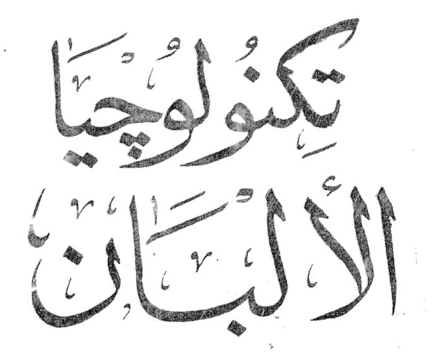
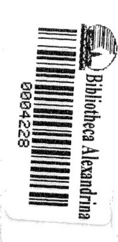
دكتور
محمد ممتاز الجندي
أستاذ بجامعة القاهرة



وعمليات تصنيع الأغذية

توزيع
دار المعارف



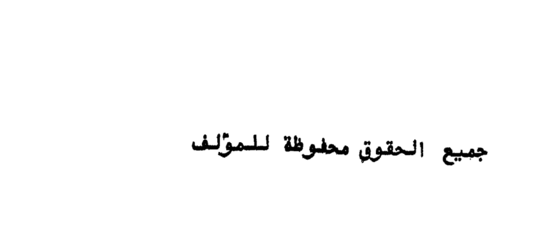
دكتور
محمد ممتاز الجندى
أستاذ بجامعة القاهرة



تكنولوجيا الألبان

وعمليات تصنيع الاغذية

توزيع
دار المعارف



مقدمة

للبن مكانة خاصة فى تغذية الإنسان فى كافة الدول ، ويرجع ذلك إلى غنى اللبن فى الكالسيوم والريبوفلافين ، كما أنه يحتوى على جميع الأحماض الأمينية اللازمة لنمو الجسم وبقائه . لكنه ينصح بعدم الاعتماد على اللبن وحده فى التغذية نظراً لخلوه من بعض المغذيات الضرورية للجسم ، ولذلك يراعى تغذية الرضع بعد فترة من الولادة على بعض المواد الغذائية الأخرى بجانب اللبن . وأشهر أنواع اللبن استخداماً فى تغذية الإنسان هو اللبن البقرى .

يكون اللبن سائلا على درجة الحرارة العادية برغم احتوائه على نسبة من المواد الصلبة الكلية تفوق ما يوجد فى بعض الأطعمة الصلبة القوام ، فاللبن به ١٣ فى المائة جوامد لبنية بينما الكرنب به ٨ فى المائة والشليك ١٠ فى المائة . ويتفاوت التركيب الكيميائى للبن تبعاً لسلالة الماشية وطبيعة أغذيتها وموسم الحليب .

فاللبن البقرى يحتوى على النسب المئوية التالية : ٨٧,٤ ماء ، ٣,٥ بروتين ٣,٥ دهن ، ٤,٩ كربوايدرات (لكتوز) ، ٠,٧ رماد . وتبين الجداول التالية تركيب بعض المنتجات اللبنية .

يمتاز اللبن بكونه مقبولا على نطاق واسع بين الأفراد ، وإمكان إعداده وتقديمه فى صور متنوعة عديدة . لذلك يجب أن يتناول كل فرد قدراً من منتجات الألبان يوازى كوبين من اللبن يومياً ، ويزداد هذا القدر إلى ثلاث أو أربع كوبات للأطفال والسيدات الحوامل وإلى ست كوبات للمرضعات .

وبروتينات اللبن من البروتينات الجيدة ذات القيمة الحيوية المرتفعة التى لا يفوقها سوى بروتين البيض . وبروتين اللبن البقرى ثلاثة أرباعه كازين والربع لاكتالبومين . وتتمشى نسب الأحماض الأمينية فى بروتين اللبن مع ما تحتاجه أنسجة الجسم . ويفيد اللبن فى مد الجسم باللسين والتربتوفان اللذين تفتقر فيهما منتجات الحبوب الغذائية ، ولهذا فالقيمة الحيوية لبروتينات دقيق القمح المقدرة بخمسين فى المائة ترتفع إلى ٧٥ فى المائة عند استعمال اللبن مع الدقيق .

ودهن اللبن سهل الهضم لأنه فى صورة مستحلب فعلا ، ويزداد الاستحلاب فى حالة تجنيس اللبن . ويتميز دهن اللبن باحتوائه على نسبة مرتفعة من الأحماض الدهنية ذات السلسلة القصيرة .

وسكر اللكتوز فى اللبن ذو مزايا خاصة فى التغذية نظراً لانخفاض درجة حلاوته وقلة ذوبانه وارتفاع درجة ثباته مقارناً بالسكريات الأخرى ، ويشجع اللكتوز نمو البكتريا المنتجة للأحماض . وهذا من شأنه المساعدة على تقليل حدوث التعفن فى الإمعاء . وقد ثبت أن اللكتوز يساعد على إمتصاص كل من الكالسيوم والفوسفور .

وبالرغم من انخفاض نسبة النياسين فى اللبن فالمعروف أن اللبن من أهم الأغذية الواقية من مرض البلاجرا ، ويعزى ذلك إلى وجود التربتوفان الذى منه يتكون النياسين .

ويحتوى اللبن على قدر مناسب من فيتامين ا والثيامين ، لكنه لا يعتبر غذاء كاملا نموذجيا بمفرده لإنخفاض نسبة الحديد والنحاس والمنجنيز وحامض الأسكوربيك به .

يتجمع اللبن داخل المعدة بتأثير إنزيم الرنين Rennin وبذلك تتكون خثرة Curds منفصلة عن الشرش Whey . وهذه الخثرة تتكون من الكازين والدهن والفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن وبعض العناصر المعدنية . أما الشرش فيتكون من ماء ولاكتالبومين ولاكتوجلوبيولين ولكتوز وبعض العناصر المعدنية وفيتامينات مجموعة ب . وكلما زادت نعومة الخثرة كلما زادت سرعة الهضم والإمتصاص . فاللبن المركز أو المخمر ببكتريا حامض اللكتيك أو المستريك أو المغلى يعطى خثرة أكثر نعومة وليونة من اللبن الخام . وجميع بروتينات اللبن تهضم جزئياً داخل المعدة .

وتتم عملية هضم اللبن فى الأمعاء الدقيقة حيث تتكون أحماض أمينية من البروتينات ، وجلوكوز وجلكتوز من اللاكتوز . وتتم عملية هضم الدهن فى الأمعاء الدقيقة بفعل إنزيم الليبز بالرغم من كونها بدأت فى المعـــدة . وعموماً فاللبن سهل الهضم ومكوناته سريعة الإمتصاص والتمثيل داخل الجسم .

بعض الأفراد لا يتقبلون اللبن بشهية ، ويعلل ذلك بعدم حبهم لبعض صفات اللبن من وجهات اللون والطعم أو الرائحة . وينصح بمعالجة مثل هذه الحالة عند ظهورها حتى لا يحرم الشخص من هذا الغذاء القيم .

فى الرضاعة الصناعية artificial feeding يتبع مسلكان عادة ، يعرف أحدهما باسم النموذج التقليدى traditional patern والثانى باسم نموذج اللبن المؤنس humanized milk pattern فالنموذج العادى أو التقليدى عرفه الإنسان قديماً ، وبنى على أساس تخفيف لبن البقر بالماء مع تعويض النقص فى السعرات الناجمة عن هذا التخفيف بإضافة السكر . وكان الهـــدف من التخفيف هو تقليل أو تحاشى عدم هضم الخثرة . وهذا التخفيف يخفض

نسبتى الكالسيوم والفوسفور مما يجعل اللبن المخفف أقل من لبن البقر الكامل غير المخفف فى تأثيره على قبض الإمعاء (إمساك Constipation) . ولم يعترض على إنخفاض نسبة الدهن الذى يترتب على التخفيف . وفى نموذج اللبن المؤنس يخفف اللبن البقرى بدرجة أكبر منها فى النموذج السابق لتقليل نسبتى البروتين والعناصر المعدنية مع تعويض السعرات الحرارية بالدهن وبالكربوهيدرات ، مع استبدال دهن الزبد الأصلى بمخلوط دهنى يمتاز بغناه بالأحماض الدهنية الحرة . فزايا هذا اللبن المؤنس تتلخص فى خفض نسب البروتين والعناصر المعدنية إلى حد يقرب من النسب الموجودة فى لبن المرأة بقدر الإمكان .

وقد ثبت حديثاً أن بروتين ثدى المرأة وبروتين اللبن البقرى يتماثلان فى قيمتهما الحيوية Biologicalvalue تقريباً ، لأن اللبن البقرى المستخدم حالياً فى تغذية الأطفال الرضع هو اللبن المعامل بالحرارة والذى أصبح جزء من بروتيناته فى الخثرة المتماسكة نوعاً tough curd ليس من السهل إمتصاصه فى الجسم مما أدى إلى خفض القيمة الحيوية لهذا البروتين . ولهذا تبدد الاعتقاد القديم بأن بروتين لبن المرأة قيمته الحيوية أعلى من نظيرتها لبروتين اللبن البقرى مما استلزم فى الأزمان السابقة تدعيم اللبن البقرى المؤنس بمزيد من البروتين لرفع القيمة الحيوية .

والجدول التالى يوضح مكونات اللبن :

اللبن	بروتين ٪ من السعرات	دهن ٪ من السعرات	كربوهيدرات ٪ من السعرات	رماد ٪	كالسيوم ٪
لبن بقرى مخفف ومضاف إليه كربوهيدرات	١٥	٣٥	٥٠	٠,٧	٠,١٣
لبن بقرى مؤنس	١٠	٤٣	٤٧	٠,٤٥	٠,٠٨
لبن ثدى المرأة	٨	٥٠	٤٢	٠,٣	٠,٠٣

المنتجات اللبنية	الوحدة	الطاقة بالسعرات	بروتين بالجرام	كالسيوم بالملليجرام	فيتامينات بالوحدة بالمليجرام ا	ب١	ب٢	كمية الغذاء المحتوية على كالسيوم يوازى مايوجد فى كوب لبن بالجرام
لبن طازج	١ كوب ٢٤٤ جم	١٦٦	٨,٥	٢٨٨	٣٩٠	٠,٠٩	٠,٤٢	١ كوب ٢٤٤ جم
لبن فرز	١ كوب ٢٤٦ جم	٨٧	٨,٦	٣٠٣	١٠	٠,٠٩	٠,٤٤	١ كوب ٢٣٤ جم
لبن مبخر	½ كوب ١٢٦ جم	١٧٣	٨,٨	٣٠٦	٥٠٥	٠,٠٦	٠,٤٥	½ كوب ١١٨ جم
جوامد غير دهنية	٣ ملعقة كبيرة ٢٣ جم	٨٤	٨,١	٢٩٤	آثار	٠,٠٩	٠,٤٥	٣ ملعقة كبيرة ٢٣ جم
قشدة خفيفة	١ أوقية ٣٠ جم	٦٠	٠,٨	٣٠	٢٤٠	آثار	٠,٠٤	١¼ كوب ٣٠٠ جم
جيلاتى	¾ كوب ١٠٠ جم	٢٠٧	٤,٠	١٢٣	٥٢٠	٠,٠٤	٠,١٩	١½ كوب ٢٣٤ جم
جبن شدر	١ أوقية ٣٠ جم	١١٩	٧,٥	٢١٨	٤٢٠	٠,٠١	٠,١٣	٣ ملعقة كبيرة ٢٣ جم
جبن بيضاء	½ كوب ١٠٠ جم	٩٥	١٩,٥	٩٦	٢٠	٠,٠٢	٠,٣١	١¼ كوب ٣٠٠ جم

تركيب اللبن ومشتقاته

الناتج	ماء	دهن	بروتين	كربوهيدرات	رماد
لبن كامل سائل	٨٧,٤	٣,٥	٣,٥	٤,٩	٠,٧
لبن فرز سائل	٩٠,٥	٠,١	٣,٦	٥,١	٠,٧
قشدة ٢٠٪ دهن	٧٢,٥	٢٠,٠	٢,٩	٤,٠	٠,٦
قشدة ٣٠٪ دهن	٦٣,٥	٣٠,٠	٢,٥	٣,٦	٠,٥
قشدة ٤٠٪ دهن	٥٤,٣	٤٠,٠	٢,١	٣,١	٠,٥
قشدة سميكة ٨٠٪ دهن	١٨,١	٨٠,٠	٠,٧	١,٠	٠,٢
butter oil	٠,١	٩٩,٩	—	—	—
زبد (غير مملح)	١٧,٥	٨١,٠	٠,٦	٠,٤	٠,٥
زبد مملح	١٥,٥	٨١,٠	٠,٦	٠,٤	٢,٥
مخيض اللبن butter milk	٩٠,٥	٠,١	٣,٥	٥,١	٠,٨
جبن شدر	٣٧,٠	٣٢,٢	٢٥,٠	٢,١	٣,٧
شرش الجبن	٩٣,٢	٠,٣	٠,٩	٥,١	٠,٥
جبن أمريكي مطبوخ	٤٠,٠	٢٩,٩	٢٣,٢	٢,٠	٤,٩
جوامد لبن كامل جافة	٢,٠	٢٧,٥	٢٦,٤	٣٨,٢	٥,٩
جوامد لبن غير دهنية MSNF	٣,٥	١,٠	٣٥,٦	٥٢,٠	٧,٩
جوامد لبن خض جافة	٣,٥	٥,٠	٣٤,٧	٤٩,٠	٧,٨
جوامد لبن خض مرتفع الحموضة (٥٪ حمض لكتيك)	٤,٠	٥,٠	٣٤,٥	٤٣,٧	٧,٨
شرش مجفف (عادى)	٦,٢	١,٢	١٢,٥	٧٢,٤	٧,٧
لبن كامل مكثف (سادة) plain	٧٠,٠	٨,٥	٧,٨	١١,٩	١,٨
لبن فرز مكثف (ساده)	٧٠,٠	٠,٢	١١,١	١٦,٢	٢,٥
شرش مكثف (سادة)	٣٢,٠	٠,٦	١٠,١	٥١,٣	٦,٠

الناتج	ماء	دهن	بروتين	كربو ـ هيدرات	رماد
لبن مبخر	٧٣,٧	٧,٩	٧,٠	٩,٩	٩,٥
لبن كامل مكثف محلى (٤٢,٠٪ سكروز)	٢٧,٩	٨,٦	٧,٧	١٢,٢	١,٦
لبن فرز مكثف محلى (٤٢٪ سكروز)	٢٨,٠	٠,٢	١١,١	١٦,٢	٢,٥
شرش مكثف محلى (٣٨٪ سكروز)	٢٤,٠	٠,٣	٥,٦	٢٨,٧	٣,٤
لبن بالمولت	٢,٦	٨,٣	١٤,٧	٧٠,٨	٣,٦
لكتوز	٠,١٥	—	—	٩٩,٨٥	—
كازينات صوديوم	٣,٥	١,٥	٩٠,٠	١,٠	٣,٥
شرش حمضى مجفف	١,٥	٠,٥	١٢,٥	٦٤,٠	١١,٥
شرش مجفف مدعم	٤,٥	١,٠	١٧,٥	٦٧,٠	١٠,٥

الأحماض الأمينية فى الكازين واللاكتوألبومين

الأحماض الأمينية	النسبة المئوية فى كل نوع من البروتين : كازين	لاكتالبومين
جليسين	٠ إلى ٠,٤	٠,٤
ألانين	١,٥ « ١,٨	٢,٤
فالين	٧,٢ « ٧,٩	١,٠ إلى ٣,٣
ليوسين	٩,٣ « ١٠,٥	١٤ « ١٩
فينايل ألانين	٣,٢ « ٣,٩	١,٢ « ٢,٤
تيروزين	٤,٥ « ٦,٥	٠,٩ « ١,٩
سرين	٠,٤ « ٠,٥	١,٨ «
ثريونين	٣,٩	٥,٣

الأحماض الأمينية	النسبة المئوية فى كل نوع من البروتين :			
	كازين		لاكتالبومين	
أيزوليوسين	٦,٥		٠	
سستين	٠,٢٥		١,٧	إلى ٤,٠
برولين	٧,٦	إلى ٨,٧	٣,٨	» ٤,٠
هيدروكسي برولين	٠,٢			
حمض جلوتاميك	٢٠,٠	» ٢١,٨	١٠,١	» ١٢,٩
حمض هيدروكسي جلوتاميك	١٠,٥		١٠,٠	
حمض أسبرتيك	١,٤	٤,١	١,٠	» ٩,٣
تربتوفان	١,٥	» ٢,٢	٢,٧	
أرجينين	٣,٨	» ٥,٢	٣,٠	» ٣,٥
هستيدين	٢,٥	» ٣,٤	١,٥	» ٢,٦
ليسين	٦,٠	» ٧,٦	٨,٤	» ٩,٩
مثيونين	٠,٤			
حمض Dodécanoamino	٠,٧٥			

تركيب ليبيدات اللبن

الليبيد	النسبة المئوية		
جليسريدات ثلاثى الأحماض الدهنية	٩٧	إلى	٩٨
جليسريدات ثنائية	٠,٢٥	»	٠,٤٨
جليسريدات أحادية	٠,٠١٦	»	٠,٠٣٨
جليسريدات كيتو حمضية keto-acid	٠,٨٥	»	١,٢٨
جليسريدات Aldéhydogenic	٠,٠١١	»	٠,٠١٥
إيثرات جليسريل	٠,٠١١	»	٠,٠٢٣
أحماض دهنية حرة	٠,١٠	»	٠,٤٤

البيـان	النسبة المئوية		
فوسفو ليبيدات	٠,٢	إلى	١,٠
سربروزيدات	٠,٠١٣	«	٠,٠٦٦
استيرولات	٠,٢٢	«	٠,٤١
كربونيلات حرة متعادلة	٠,٠٠٠٠١	«	٠,٠٠٠٠٨
سكوالين	٠,٠٠٧		
كاروتينويدات	٠,٠٠٠٧	«	٠,٠٠٠٩
فيتامين ألف	٠,٠٠٠٦	«	٠,٠٠٠٩
فيتامين دال	٠,٠٠٠٠٠٠٨٥	«	٠,٠٠٠٠٠٢١
فيتامين هـ	٠,٠٠٢٤		
فيتامين ك	٠,٠٠٠١		

الفيتامينات فى اللبن الطازج

الفيتامين	ملليجرام فى اللتر	الفيتامين	ملليجرام فى اللتر
فيتامين ألف	٠,٣٤	إينوزيتول (كلى)	١٣٠,٠
كاروتينويدات	٠,٣٨	إينوزيتول (حر)	٦٠,٠
فيتامين دال (وحدة USP)	٢٣,٦	حمض نيكوتنيك	٠,٨٥
فيتامين هـ E	٠,٦	حمض بانتوثنك	٣,٥
فيتامين كاف (وحدة دام-جلافند) Dam Glaviad unit	١٠٠٠,٠	بيريدوكسين	٠,٤٨
حمض أسكوربيك	١٦,٠	ريبوفلافين (كلى)	١,٥٧
بيوتين (كلى)	٠,٠٣٥	ثيامين	٠,٤٢
كولين	١٣٠,٠	ثيامين (حر)	٠,٢٣
كولين (حر)	٤٠,٠	فيتامين ب١٢	٠,٠٠٥٦
حمض فوليك	٠,٠٠٢٣		

كما يبين الجدول التالى تركيب ألبان الثدييات ، وكذلك نسب المعادن فى رماد اللبن :

تركيب ألبان الثدييات :

اللبن	ماء٪	بروتين٪	دهن٪	لكتوز ٪	رماد٪
بقرى	٨٧,٢٩	٣,٤٢	٣,٦٦	٤,٩٢	٠,٧١
آدمى	٨٧,٦٠	١,٢٠	٣,٨٠	٧,٠٠	٠,٢١
حمارة	٨٩,٨٨	١,٩٨	١,٤٥	٦,٢٤	٠,٤٥
جاموسى	٨٢,٤٤	٤,٧٤	٧,٤٠	٤,٦٤	٠,٧٨
جملى	٨٧,٦٧	٣,٤٥	٣,٠٢	٥,١٥	٠,٧١
قطة	٨٣,٠٥	٧,٠٠	٤,٥٠	٤,٨٥	٠,٦٠
كلبة	٧٤,٥٥	٣,١٥	١٠,٢٠	١١,٣٠	٠,٨٠
فيلة	٨٥,٦٣	٣,٢٠	٣,١٢	٧,٤٢	٠,٦٣
ماعز	٨٧,٨١	٣,٥٠	٣,٨٠	٤,١٠	٠,٧٩
أرنبة	٦٨,٥٠	١٢,٩٥	١٣,٦٠	٢,٤٠	٢,٥٥
غزالة	٦٦,١٠	١٠,١٥	١٩,٨٠	٢,٥٠	١,٤٥

المعادن فى رماد اللبن

	٪ فى اللبن	٪ فى الرماد
بوتاسيوم	٠,١٤٠	٢٠,٠
كالسيوم	٠,١٢٥	١٧,٤
كلور	٠,١٠٣	١٤,٥
فوسفور	٠,٠٩٦	١٣,٣
صوديوم	٠,٠٥٦	٧,٨
مغنسيوم	٠,٠١٢	١,٤٥
كبريت	٠,٠٢٥	٣,٦

وهناك حوالى ثمانمائة صنف من الجبن منتشرة فى العالم أمكن تسميتها ، كما أمكن وصف أربعمائة منها ، من بينها الأصناف الأجنبية الطرية غير المسواه المعروفة باسم Cottage ، Cream ، والأصناف الطرية المسواة بالبكتريا المعروفة باسم Liederkranz ، Limburger ، والأصناف الطرية المسواة بالفطر ومثالها Brie ، Camembert ، والأصناف شبه الجافة المسواة بالبكتريا مثل brick ، Muenster ، والأصناف شبه الجافة المسواة بالفطر مثل blue ، Gorgonzola ، Roquefort ، والأصناف الجافة مثـل Cheddar ، Edam ، Gouda ، Gruyere ، Swiss ، Parmesan ، Pineapple . وأحياناً تمزج بعض أصناف من الجبن بيعضها ويبستر المزيج الناتج الذى يعرف حينئذ باسم Process Cheese والذى قد يضاف إليه عوامل استحلاب مثل فوسفات ثنائى الصوديوم ، أو ســترات الصوديوم لتعديل صفات الجبن الناتج فيصبح منتظم النكهة والقوام وجيد الحفظ . والتقسيم المعروف فى الولايات المتحدة الأمريكية للجــبن وفقاً للقوام texture ووفقاً لطريقة التسوية ripening هو التالى :

١ — جبن شديد الصلابة (grating type) ، very hard مسوى بالبكتريا ومنه : Spalen, Sapsago, Romano, Parmesan, Asiago old .

٢ — جبن صلب Hard :

(ا) مسوى بالبكتريا ، بدون ثقوب (عيون) ، ومنه Cheddar و granular أو Stirred curd ، Caciocavallo .

(ب) : مسوى بالبكتريا ، به عيون eyes ومنه . Swiss ، Emmenthaler ، Gruyere .

٣ – جبن شبه طرى Semi-soft :

(ا) مسوى بالبكتريا أساساً ومنه : Brick ، Munster

(ب) مسوى بالبكتريا والأحياءالدقيقةالسطحية Surface microorganisms ومنه : Limburger ، Port du Salut ، Trappist .

(حـ) مسوى أساساً بالفطر الأزرق blue mold فى الداخل ومنه : Roquefort ، Gorgonzola ، Blue ، Stilton ، Wensleydale .

٤ – جبن طرى Soft :

(ا) مسوى ripened ومنه : Bel Paese ، Camembert ، Brie ، Cooked ، Hand . Neufchatel (كما تصنع فى فرنسا) .

(ب) غير مسوى unripened : ومنه : Cottage ، Pot ، Baker's ، Cream ، Neufchatel (كما تصنع فى الولايات المتحدة الأمريكية) ، Mysost ، Primost ، Fresh Ricotta .

٥ – جبن مطبوخ Process cheese ، مبستر : Cold-Pack

٦ – جبن الشرش Whey cheese : مايسوست Mysost ، بريموست Primost ، ريكوتا Ricotta .

ويعتقد أن أصناف الجبن المميزة لا تتعدى ثمانية عشر صنفاً تصنع بطرق متباينة ، وهى : بريك ، كاممبرت ، شدر ، كوتاج ، كريم ، إدام ، نفشاتل بارمزان ، ترابست ، بروفولون ، رومانو ، روكفورت ، سابساجو ، جودا ، هاند ، لمبرجر ، سويس ، جبن الشرش .

يتفاوت التركيب الكيميائى للجبن تبعاً لصنف اللبن المستعمل وكمية الماء المضافة . وعموماً يحتوى الرطل الواحد من الجبن الجاف على الكازين والدهن الموجود أصلا فى جالون من اللبن ، مع قليل من لاكتالبومين اللبن . ولا يتخلف فى الجبن سوى آثار ضئيلة من لكتوز اللبن .

وتعتبر بروتينات الجبن ذات قيمة حيوية عالية بسبب إحتوائها على كافة

الأحماض الأمينية الضرورية . ويحدث أثناء تسوية الجبن أن يتحول جزء من البروتينات إلى بروتيوزات وببتونات وأحماض أمينية .

وتتكون الجبن الجاف فى المتوسط من النسب المئوية التالية : ٢٥ بروتين ٣٢ دهن ، ٣٧ ماء ، ٠,٧٣ كالسيوم ، ٠,٦٨ فوسفور . والجبن مصدر جيد لفيتامينى ا ، $ب_٢$.

أما الجبن الأبيض أو الطرى فيختلف تركيبه تبعاً لخامات تصنيعه ، إذ قد يصنع من اللبن الفرز فيحتوى فى هذه الحالة على واحد فى المائة دهن مع ١٩ فى المائة بروتين ويفقد فيتامين ا . وفى طريقة التجبن الحمضى يفقد جزء كبير من الكالسيوم فى الشرش . وعندما تصنع الجبن من لبن كامل يضاف إليه قشدة تحتوى الجبن على ٩ ، ٣٧ فى المائة بروتيناً ودهناً على التوالى . لهذا فالجبن الأبيض الدسم يكون غنياً فى الطاقة الحرارية ، إلا أنه أفقر من الجبن الجاف والجبن الطرى المصنوع من لبن فرز ، كالكوتاج ، فى البروتين والكالسيوم . والجدول التالى يوضح التركيب الكيميائى للجبن (كنسب مئوية) :

تمثل الجبن الجوامد اللبنية أو الخثرة فى اللبن . وهــذه الخثرة يمكن الحصول عليها بفعل إنزيم الرنين أو حامض اللكتيك . ويمكن إنتاج أصناف متعددة من الجبن باستعمال ألبان مختلفة ، كلبن البقر أو الماعز أو الغنم ، وباتباع طرق مختلفة لتجبن اللبن ، وبتعديل درجتى الحرارة والرطوبة أثناء تسوية الجبن . وتحديد نسب ملح الطعام والتوابل المضافة ، وبالتحكم فى نسبة الرطوبة المتبقية فى الجبن . وبتحديد نوع البكتريا أو الفطر المستخدم فى التسوية .

وتقسم أصناف الجبن إلى طرية soft وشبه جافة semihard وجافة hard . فى الجبن الطرى تنشط الأحياء الدقيقة على السطح أساساً وتتغلغل تدريجياً فى الداخل ، بينما فى الجبن الجاف تنشط هــذه الأحياء الدقيقة وتتوزع بشكل منتظم فى جميع مناطق الجبن لهذا يراعى تقطيع الجبن الطرى فى هيئة قطع صغيرة .

التركيب الكيميائي لأصناف الجبن (النسب المئوية) :

الجبن	رطوبة	دهن	بروتين	رماد (خال من الملح)	ملح	كالسيوم	فوسفور
برك	٤١,٣	٣١,٠	٢٢,١	١,٢	١,٨	—	—
براى Brie	٥١,٣	٢٦,١	١٩.٦	١,٥	١,٥	—	—
كاممبرت	٥٠,٣	٢٦,٠	١٩.٨	١,٢	٢,٥	٠,٦٨	٠,٥٠
شدر	٣٧,٥	٣٢,٨	٢٤,٢	١,٩	١,٥	٠,٨٦	٠,٦٠
كوتاج	٧٩,٥	٠,٣	١٥,٠	٠,٨	١,٠	٠,١٠	٠,١٥
كوتاج دسم	٧٩,٢	٤,٣	١٣,٢	٠,٨	١,٠	٠,١٢	٠,١٥
قشدة	٥٤,٠	٣٥	٩,٢	٠,٥	٠,٧٥	٠,٣٠	٠,٢
إدام	٣٩,٥	٢٣,٨	٣٠,٦	٢,٣	٢,٨	٠,٨٥	٠,٥٥
جورجونزولا	٣٥,٨	٣٢,٠	٢٦,٠	٢,٦	٢,٤	—	—
لمبرجر	٤٥,٥	٢٨,٠	٢٢,٠	٢,٠	٢,١	٠,٥	٠,٤
نفشاتل	٥٥,٠	٢٥,٠	١٦,٠	١,٣	١,٠	—	—
بامزان	٣١,٠	٢٧,٥	٣٧,٥	٣,٠	١,٨	١,٢	١,٠
روكفور	٣٩,٩	٣٣,٠	٢٢,٠	٢,٣	٤,٢	٠,٦٥	٠,٤٥
سويسرى	٣٩,٠	٢٨,٠	٢٧,٠	٢,٠	١,٢	٠,٩	٠,٧٥

تهضم الجبن تماماً ولا يتخلف منها فى الأمعاء سوى قدر ضئيل ، كما أنها ليست أصعب هضماً من اللحوم خصوصاً عندما تقـدم فى وجبة متزنة لا تتجاوز القدر اللازم للشعور بالشبع . ويعتقد أن الأحماض الطيارة فى الجبن المسوى جيداً تؤثر فى أعصاب الأغشية المبطنة للقناة الهضمية .

ترجع أهمية الجبن فى التغذية إلى إحتوائها على البروتين والدهن والكالسيوم والفوسفور وفيتامينى ا ، ب ٢ ، ولذلك فالجبن يقوم بوظيفة تدعيم الوجبات الفقيرة فى البروتين أو المحتوية على بروتين منخفض القيمة الحيوية . وتعتبر الجبن بديلا رخيصاً للحم والدواجن والأسماك .

وتقدم الجبن فى الوجبات اليومية فى صـــور متعددة كأن تكون منفردة أو مضافة للمكرونة أو مع البيض وفاتحات الشهية وغير ذلك .

تتميز أصناف الجبن الطرى بانخفاض ثمنها ، ويزداد السعر بالنسبة للأصناف التى تستلزم دقة فى التسوية وطول مدة التسوية . وتعتبر جبن الشدر مقبولة بدرجة عالية لدى بعض المستهلكين الأجانب .

ولمنع فساد الجبن يجب تغليفها بورق شمع أو بأكياس بلاستيك وحفظها داخل الثلاجات لمنع تكاثر البكتريا والفطريات عليها . والمعروف أن الجبن تتعرض للفساد بسرعة ، خصوصاً عندما تكون غير مبســترة ، فتتغير الرائحة بسبب نمو الفطر والبكتريا .

وتعتيق aging و تسوية ripening لجبن من أهم مراحل صناعة الجبن وعليها يتوقف ظهور الطعم المميز لصنف الجبن . وأثناء هذه التسوية تحدث كل أو بعض التغيرات التالية :

١ — قد يتحول لكتوز اللبن إلى حمض لكتيك بفعل البكتريا .

٢ — جزء من البروتين قد يهضم متحولا إلى بروتينات ذائبة وأحماض أمينيـــة .

٣ — تنمو بعض الفطريات وتتغلغل داخل الجبن .

٤ — يتكون ثانى أكسيد كربون ويحدث ثقوباً فى الجبن تعرف أحياناً باسم eyes ٥ — رائحة العفن قد تتكون ٦ — قوام الجبن يصبح أكثر ليونة .

٧ — يتزنخ الدهن الموجود فى الطبقات الخارجية من الجبن .

وتتلخص مواصفات المياه المعترف بها فى معظم الدول فيما يلى:

(أ) البكتريولوجية:

بكتريا القولون فى ١٠٠ ملليلتر	العدد الكلى فى الملليلتر عند درجة ٣٧°م	الرمز	الاستنتاج
٠ — ٤	٠ — ١٠٠	—	صالحة للشرب
٤ — ٥٠	أكثر من ١٠٠	+	ملوثة
أكثر من ٥٠	———	++	ملوثة بشدة

(ب) الكيميائية:

المكون	الحد الأقصى للتركيز	المكون	الحد الأقصى للتركيز
المتبقى الكلى	١٥٠٠ جزء فى المليون	السلنيوم	٠ر١٠ جزء فى المليون
الكلور كل	٤٠٠ "	النتريت ن أ$_{٢}$	٠ر١٠ "
الكبريتات كبرأ$_{٤}$	٣٠٠ "	السيانيد كن	٠ر٥٠ "
الكالسيوم كا	٢٠٠ "	الأمونيا ن	٠ر٢ "
المغنسيوم مغ	٥٠ — ١٥٠ "	الاكسجين الكيميائى	١٠ "
القلوية الكلية (ككربونات كالسيوم)	٥٠ — ٥٠٠ "	الاكسجين الذائب	٥ "
النترات ن أ$_{٣}$	٥٠ "	الحموضة الفعلية	٦ر٥ — ٩ر٠
الفلوريد فل	١ "	اللون	١٠ وحدات pc
النحاس نح	١ "	العكارة	١٠ وحدات عكارة
الخارصين خ	٥ "		
الحديد ح	٠ر٥ "		

وعوامل التحويل المستخدمة فى تحليل المياه هى:

(١) العســـــر

وحدة القياس	جم/لتر كا أ	ملجم/لتر كاك $أ_٣$	بريطانيا جم/جالون كاك $أ_٣$	امريكا جم/جالون كاك $أ_٣$	فرنسا جزء/١٠٠٠٠٠ كاك $أ_٣$	المانيا جزء/١٠٠٠٠٠ كا أ	مجم/لتر أو ١/epm أو ١/mval
مجم/لتر كاك $أ_٣$ (انجليزى)	$٥ر٦ \times ١٠^{-٤}$	١ر٠	٠ر٠٧	٠ر٠٥٨	٠ر١	٠ر٠٥٦	٠ر٠٢
جم/جالون كاك $أ_٣$ (امريكى)	$٠ر٨ \times ١٠^{-٣}$	١٤ر٣	١ر٠	٠ر٨٣	١ر٤٣	٠ر٨	٠ر٢٨٦
جم/جالون كاك $أ_٣$ (فرنسى)	$٩ر٦٦ \times ١٠^{-٣}$	١٧ر١	١ر٢	١ر٠	١ر٧٢	٠ر٩٦	٠ر٣٤٣
جزء/١٠٠٠٠٠ كاك $أ_٣$	$٥ر٦ \times ١٠^{-٣}$	١٠ر٠	٠ر٧	٠ر٥٨	١ر٠	٠ر٥٦	٠ر٢
جزء/١٠٠٠٠٠ كا أ	$١ر١٠^{-٢}$	١٧ر٩	١ر٢٥	١ر٠٤	١ر٧٩	١ر٠	٠ر٣٥٨
مجم/لتر	$٢ر٨ \times ١٠^{-٢}$	٥٠ر٠	٣ر٥	٢ر٩	٥ر٠	٢ر٨	١ر٠
جم/لتر كا أ	١ر٠	١٧٩٠	١٢٥ر٠	١٠٤ر٢	١٧٩ر٠	١٠٠ر٠	٣٥ر٨

(٢) النتروجين :

نتريت $ن أ_٢$ = ن × ٣ر٢٨

نترات $ن أ_٣$ = ن × ٤ر٤٢

أمونيا $ن يد_٣$ = ن × ١ر٢٢

أمونيوم $ن يد_٤$ = ن × ١ر٢٩

(٣) الفوسفات:

فوسفور فو = $فو أ_٤$ × ٠ر٣٢٦

خامس اكسيد الفوسفور $فو_٢ أ_٥$ = ٠ر٧٥ × $فو أ_٤$

تحتل صناعات منتجات الألبان مكانة مرموقة فى كثير من الدول ومن بينها جمهورية مصر العربية ــ فالتعرف بعمليات التصنيع التى تجرى فى مصانع الألبان سوف يكون مثمرا • وهذا ماأنشده كثمرة لمجهوداتى فى تقديم هذا الكتاب الى القراء داخل وخارج الجامعات والمعاهد والمدارس، ولهذا توخيت البساطة فى العرض والايجاز فى التعبير والشرح والاكتمال فى تجميع العمليات والمعلومات الا أننى مازلت أتطلع لمزيد من المعرفة والخبرة بغية بلوغ حد يقترب من حد الكمال •

ولما كانت مصانع الألبان تستنفذ قدرا كبيرا من مياه الشرب اجباريا فقد وجدت من الأوفق أن أضمن الكتاب نبذة عن معاملات ومواصفات مياه الشرب•

ويسرى هذا أيضا على وحدة العمل ووحدة التصنيع فى مصانع الألبان فهى تكاد تتماثل تماما مع نظيرتها فى مصانع الاغذية الاخرى ولهذا أجملت عرض العمليات فى فصل مستقل بهذا الكتاب•

ولعل هذا الكتاب يسد فراغا فى موسوعة الصناعات الغذائية ذات الأجزاء السبع المنشورة بدار المعارف، والله ولى التوفيق •

المؤلف

محتويات الكتاب

الفصل الأول

الماء والصحة

تحتوى المياه الطبيعية على قدر من الشوائب ، بعضه لا يسهل مشاهدته بالعين المجردة ، كبعض الاملاح الذائبة والعدد القليل نسبيا من الميكروبات والطحالب ، بينما تكون بعض الشوائب مرئية تراها عين الانسان دون حاجة الى عدسات مكبرة ، مثل الرواسب ومسببات العكارة والطحالب النامية بأعداد وفيرة • وبعض هذه الشوائب قد يكون ضارا بعكس البعض الآخر ، كما أن التركيز الذى يوجد به بعض هذه الشوائب يحدد مدى خطورة هذه المواد بالنسبة لصحة الانسان ولجودة المنتجات المصنعة ولسلامة بعض أجهزة وماكينات التصنيع • فعلى سبيل المثال يعتبر التركيز الضئيل الذى لا يتجاوز الرقم العشرى الرابع من أملاح الكالسيوم أو المغنسيوم مرغوبا فى صناعة البيرة وليس مكروها فى مياه الشرب ولكنه يسىء الى صنفات الاغذية المعلبة التى تحفظ فى أوان محكمة القفل معقمة ، كما انه يتلف غلاية المصنع . وعندما يرتفع تركيز الحديد أو المنجنيز الى ما يقرب من الجزء الواحد فى المليون تظهر خطورة تلون الاغذية والمواد التى يلامسها الماء المحتوى على أى من هذين العنصرين ، بل ان هذا قد يؤدى الى سرعة تكاثر بعض البكتريا الى حد تكوين كتل تسد المواسير وتعوق سير العمل • وتكتسب المياه رائحة البيض الفاسد اذا احتوت على كبريتور الايدروجين حتى لو كان تركيزه لا يبلغ حد الجزء الواحد فى المليون ، وهذا الغاز يسبب تآكل المعادن أيضا • ومن هذا يتضح أن تكرير المياه عملية حيوية تستوجبها المحافظة على صحة الانسان وجودة أغذيته •

تكرير المياه :

تنقى مياه الشرب والمياه المستخدمة فى مصانع الاغذية بتطبيق معاملات متعددة ومتنوعة تهدف الى خفض نسب الشوائب الى الحد الذى يعتبر عديم الضرر بصحة الانسان أو الى ازالة هذه الشوائب تماما • وقد

تجرى المعاملات على جزء من المياه دون بقيته أو على كمية المياه بأسرها أو قد تعامل كميات من الماء معاملات متباينة تختلف فى طبيعتها وأهدافها فى كل كمية عنها فى باقى كميات المياه ، ويتوقف اختيار أى من هذه الطرق على الغرض الذى سوف تستخدم فيه المياه ٠

وتختلف معاملات المياه العكرة والملونة عن معاملات المياه الرائقة ٠ والعكارة turbidity مصدرها المواد المترسبة sediment المكونة من طمى ورمل ، والمواد المعلقة suspended التى قد تكون فى صورة غروية أو شبه غروية أو مجزأة ٠ وعادة توجد العكارة فى المياه السطحية ، الا أنها لاتظهر فى المياه الجوفية ، كما أنها تتفاوت فى كميتها تبعا لموسم الامطار وكمية المطر والبعد عن مسقط أو منبع المياه ٠

والشوائب العضوية فى المياه مصدرها المواد العضوية المتحللة التى تعترض طريق المياه السطحية ، وهى توجد فى حالة ذائبة أو غروية وتميز بظهور لون وأحياء دقيقة حية وميتة . وقد تحتوى المياه على حديد او منجنيز فى صورة عضوية أو غروية ٠ ولا تنمو الطحالب على سطح المياه الا فى حالة سكون الماء وتعرضه لأشعة الشمس ، ولذلك فالشائع هو تغطية خزانات المياه لحجب أشعة الشمس كما يمكن ابادتها باضافة غاز الكلور أو كبريتات النحاس ٠ وتعتبر المعاملة بغاز الكلور أفضل الطرق لابادة البكتريا ، ولذا فالمعاملة تجرى فى أغلب الأحوال بالاضافة الى معاملات التنقية الأخرى سواءأكان ذلك قبل التكرير prechlorination أو بعد التكرير postchlorination أو قبل وبعد التكرير ٠ وعادة يستخدم الكلور السائل أو الكلور أمين أو الهيبوكلوريت فى هذه المعاملة٠

والمعاملات الشائع تنفيذها على المياه تتلخص فيما يلى :

(اولا) الترويق :

يتضمن ترويق المياه عملية الترسيب sedimentation وعملية التجميع للترسيب coagulation and settling ثم الترشيح . وعندما

تكون الشوائب كبيرة الحجم سهلة الرسوب يفضل ترك المياه فى الخزانات أو الأحواض حتى تترسب هذه الشوائب الكبيرة وتزال بطريقة مناسبة ٠ وللتجميع تضاف مادة مجمعة لتعادل قلوية المـــاء ، سواء أكانت قلوية طبيعية أم ناشبة عن اضافة قلوى للماء ، فيتكون راسب جيلاتينى floc يمكن التخلص منه بالترسيب والترشيح ٠ وأشهر المواد المجمعة استخداما هى كبريتـــــات الألومنيـــــوم filter alum ٠ويلزم ضبط رقم pH فى نطاق ٥ الى ٧ كما يلزم استمرار التقليب الآلى بالسرعة المناسبة ٠ وينصح باستخدام مغذيات أوتوماتيكية لصب كميات محددة من المواد الكيمائيـة المجمعة فى المياه المراد ترويقها بحيث تتناسب مع كمية أو سرعة الماء ٠ وهذه الكيماويات قد تضاف فى حالة صلبة أو سائلة ٠

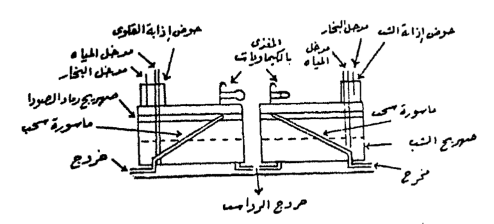
وعادة تكون أحواض الترسيب الخشبية أو المصـــنوعة من الصلب مستقرة على سطح الأرض ، بينما الأحواض المبنية بالمسلح تمتد داخـل الأرض ، وتزود هذه الأحواض بأذرع تعمل على دفع الميـــــاه من مدخل الحوض الى داخله بسرعة بطيئة لمنع الدوامات٠ وفى بعض أحواض الترسيب الحديثة تدخل المياه الى القطاع الوسطى من حوض الترسيب فتمتزج بالكيماويات تحت تأثير المقلبـــات الأوتوماتيكية وبذلك تتكون رواســب جيلاتينية تتخلص منها المياه بمرورها من أسفل الى أعلى فى المرشحين على جانبى الحوض اللذين يزداد قطرهما تدريجيا من أسفل تجاه أعلى مما يؤدى الى انخفاض سرعة المياه تدريجيا حتى تنفصل عنها الرواسب تماما ٠

ومرشحات الرمل تكفل ازالة الرواسب غير الذائبة من الماء بعـــد انتهاء عمل أحواض الترسيب والتجميع، وبذلك تصبح المياه صافية ونظيفة وعديمة اللون ، وقد يستعمل الضغط لاسراع الترشيح ٠ وعادة يحتوى عامود الترشيح فى أسفله على طبقة من الحصى gravil تتدرج فى حجمها من أسفل الى أعلى نحو الصغر ، ويعلو طبقات الحصى طبقة من الرمل الخشن ثم أخرى من الرمل الناعم ٠ وهذه الطبقة السطحية من الرمل النـــــاعم هى التى تؤدى الغرض من عملية الترشيح فعلا عندما يمر خلالها الماء من

أعلى الى أسفل • ويجب ايقاف عمل المرشحات ليتسنى غسيلها كلما زادت مقاومة المرشح لمرور المياه بما يقرب من ٤ ـ ٥ رطلا على البوصة المربعة كفارق بين الضغط عند المدخل وعند المخرج ، وذلك لازالة الرواسب المحجوزة فى طبقات المرشح والمسببة لهذا الضغط فى المرشحات التى تعمل تحت ضغط • وفى مرشحات الجاذبية الارضية يكون فارق الضغط الذى يلزم عنده اجراء عملية الغسيل أقل من نظيره فى مرشحات الضغط • وتجرى عملية الغسيل بدفع المياه من أسفل الى أعلى • وتستغرق عملية الغسيل حوالى عشر دقائق باستعمال مياه سرعتها عشرة جرامات فى الدقيقة فى القدم المربع من مساحة المرشح • ويجب أن يذكر أن عمليات الترشيح هذه لا تبيد الاحياء الدقيقة ، ولذا فمياه الشرب تستلزم المعاملة الكلورية لتعقيمها •

(ثانيا) التعقيم :

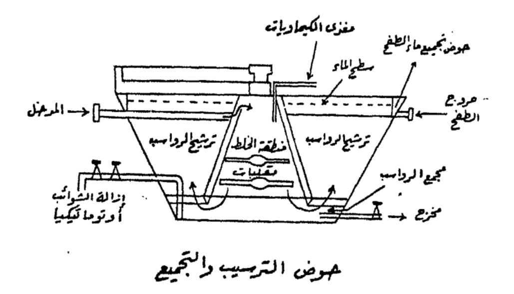
يستخدم الكلور على نطاق واسع فى عمليات تعقيم المياه ، وقد يمرر الكلور منفردا من سلندراته المحتوية على الغاز السائل الى الماء ، أو قد يمرر مع الأمونيا لتكوين الكلورامين ، أو قد يضاف فى صورة هيبوكلوريت • وعندما يستخدم الكلور لازالة اللون والمواد العضوية تسمى العملية superchlorination • ويفضل أحيانا اضافة الكلور بكميات تفوق المطلوب ثم تزال الزيادة من الكلور باستخدام مواد مختزلة أو مواد ادمصاص مثل الكربون المنشط • وأحيانا يستبدل الكلور بالاوزون أو الاشعة فوق البنفسجية •



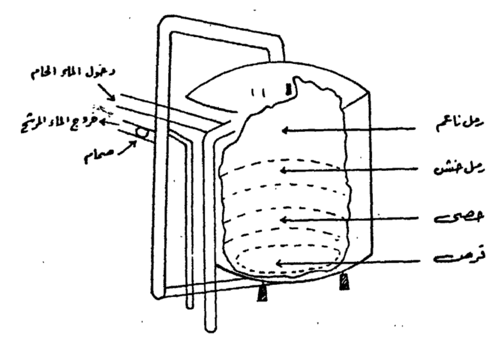
نظام التغذية بمحلول القلوى وبالشب

(ثالثا) ازالة عسر الماء :

يسبب عسر الماء hardness بعض المتاعب فى التصنيع ، اذ تتكون أحيانا رواسب تسد الصمامات وأنابيب المياه وتتلف الغلايات والمعقمات ، وهذه الرواسب مصدرها أملاح الكالسيوم والمغنسيوم التى تترسب بتأثير القلويات والتى تعوق تكوين رغاوى الصابون ٠ لذلك يلزم ازالة عسر الماء باتباع احدى الطرق التالية :



حوض الترسيب والتجميع



مرشح الرمل الرأسي يعمل تحت الضغط

١ ـ التقطير distillation ، وهذه طريقة باهظة التكاليف .

٢ ـ تبادل الكاتيونات cation or base exchange process

٣ ـ تبادل الكاتيونات والانيونات demineralizing process

٤ ـ الترسيب cold and hot lime or lime-soda processes

والطرق الشائع استخدامها صناعيا يمكن تلخيصها فيما يلي :

١ ـ طريقة الزيوليت :

لازالة عسر الماء باستخدام الزيوليت لتبادل الكاتيونات يوضع الزيوليت المحبب مع طبقات من الحصى على قاع مثقب داخل صهريج من الصلب يعمل تحت الضغط الجوى العادى أو قد يكون مزودا بالضغط . فبمرور الماء من القمة تجاه أسفل متخللا طبقة الزيوليت ينفصل عنه

الكالسيوم والمغنسيوم ويحل محلهما الصوديوم ويصبح المـــاء يسرا تماما zero water ، كما يزال الحديد والمنجنيز أيضا • وتتسرب المياه اليسرة خلال طبقات الحصى متجهة نحـــو صمام الخروج وتنطلق فى المواسير • وتتفاوت المدة اللازمة لجعل الماء يسرا water softening بين أربع ساعات واثنتى عشرة ساعة تبعا لطبيعة الجهاز المستخدم . ويجب تهيئة الجهاز للعمل على فترات مناسبة وذلك بعملية غسيل regeneration أولا يمرر فيها تيار الماء من أسفل الى أعلى بسرعة ٦ جرام فى الدقيقة فى القدم المربع من مساحة طبقة الترشيح لازالة القـاذورات واعادة تدريج وتثبيت الزيوليت فى موضعه ، وتستغرق عملية الغسيل هذه حوالى ٧ ــ ١٠ دقائق يليها معاملة عامود تبادل الكاتيونات بمحلول ملح الطعام salting فيتفاعل الملح مع الزيوليت ويخلصه من الكالسيوم والمغنسيوم اللذين ينفصلان فى صورة كلوريدات ذائبة تتحرك لأسفل ذائبة فى المحلول الملحى المضاف على السطح ويستغرق ذلك حوالى ٥ ــ ١٠ دقائق بعدها يصبح الزيوليت حاملا للصوديوم من جديد فيغسل بتيار من الماء يسيل من أعلى الى أسفل بسرعة ٢ ــ ٣ جرام فى الدقيقة فى القدم المربع من مساحة طبقة الزيوليت فيزول الكالسيوم والمغنسيوم والزيادة من الصوديوم ، وتستغرق عملية الغسيل حوالى ١٨ ــ ٤٠ دقيقة • وتستخدم فى الوقت الحاضر أنواع متعددة من مواد تبادل الايونات ، بعضها عضوى •

٢ ــ طريقة أعمدة تبادل الكاتيونات الايدروجينية :

فى هـــذه الطريقة يزال الكالسيوم والمغنســيوم والصـــوديوم والبيكربونات والحـــديد الذائب والمنجنيز الذائب • وهذه الاعمدة يلزم غسيلهـــا على فترات وتعـامل بعد الغسيل بحامض كبريتيك لتـــحويل الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم الى كبريتات واعطاء الايدروجين لمـادة الادمصاص ، ويعقب المعاملة بالحـامض عملية غســـيل لازالة الكبريتات والزيادة من الحامض • وعادة يتكون من هذه الاعمدة كمية من ثانى اكسيد الكربون يحسن ازالتها من المياه بامرارها فى جهاز سحب الغاز degasifier

كذلك يؤدى فصل الكبريتات والكلوريدات والبيكربونات من المياه بهذه الاعمدة الى تكوين أحماض معدنية وهذا يستوجب معادلة الحموضة باستعمال جرعات ضئيلة من القلوى ، أو يفضل اقتصاديا أن يمرر جزء من الماء فى عامود زيوليت صوديومى وجزء آخر فى عامود الايدروجين ثم تمزج المياه الناتجة من العامودين بالنسب الموافقة للحصول على قلوية مناسبة ٠

٣ ـ طريقة أعمدة تبادل الكاتيونات والانيونات معا :

عندما تنقى المياه باستخدام أعمدة تبادل الكاتيونات يتخلف فى الماء حامضا الكلوردريك والكبريتيك ، وهذان الحامضان يمكن التخلص منهما بامرار الماء فى عامود تبادل الانيونات فيتحد الايدروجين مع مجموعة ايدروكسيل مكونا ماء ويتحد أنيون الحامض مع الشق العضوى فى مادة الادمصاص ٠ وفىهذه الطريقة يزال ثانى أكسيد الكربون أيضا بالتهوية٠

٤ ـ طريقة الجير الباردة أو الجير الصودى :

فى هذه الطريقة ترسب المواد المسببة لعسر الماء باضافة الجير مع قدر ضئيل من مادة مجمعة مثل كبريتات الالومنيوم ، وأحيانا يضاف رماد الصودا مع الجير ، وتزال الرواسب بتركها تركد وقد يستعان بالترشيح أيضا ٠ وهذه الطريقة تزيل جزءا من العسر وبذلك تختلف عن طرق تبادل الايونات التى تزيل العسر تماما وتعطى ماء الصفر ٠ لذلك فطريقة الجير تستخدم للحصول على ماء يصلح لبعض الاغراض الصناعية مثل صناعة المياه الغازية والبيرة وعمليات التبريد ٠ وتحدد درجة العسر المطلوبة عن طريق تحديد كميات الجير ورماد الصودا المضافة ٠

ويؤدى الجير مهمة ازالة ثانى اكسيد الكربون وتحويل البيكربونات الى كربونات وكذلك تحويل مركبات المغنسيوم الى ايدروكسيدات اذا لزم الأمر ٠ ويقوم رماد الصودا بتحويل المركبات غير المحتوية على الكربونات

المسببة للعسر الى مركبات كربونات • أما المادة المجمعة المضـافة فتساعد على ركود الرواسب •

٥ ـ طريقة الجير الصودى الساخنة :

تختلف هذه الطريقة عن سابقتها فى كون الميـاه تسخن الى درجة الغليان تقريبا قبل أن يضاف اليها ايدروكسيد الكالسيوم ورماد الصودا، ثم تترك المياه للترسيب وترشح لفصل كربونات الكالسيوم وايدروكسيد المغنسيوم •

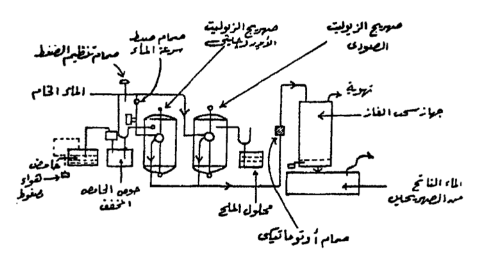
(رابعا) ازالة الشوائب بخلاف المسببة للعسر :

أحيانا تحتوى المياه على حديد ومنجنيز وكبريتيد ايدروجين وسليكا وزيوت ومواد مكسبة للطعم والرائحة • فمثل هـذه المواد تزال من المياه بمعاملات مناسبة •

١ ـ الحديد :

تحتوى مياه الآبار على بيكربونات الحديدوز ، ولذا فهذه المياه عند تعريضها للجو تتعـكر وتتلون بلون مصفر أو بنى محمر نتيجة لتكوين ايدروكسيد الحديديك • ويمكن ازالة الحديد من المياه الجوفية باحدى طرق ثلاث ، هى التهـوية المصحوبة بالترسيب والترشيح ، وطريقة تبـادل الايونات وطريقة زيوليت المنجنيز •

ففى طريقة التهوية يزال ثانى أكسيد الكربون من الماء ويدفع فيه النتروجين والاوكسيجين ، ونتيجة لتفـاعل الاوكسـيجين الذائب مـع بيكربونات الحديدوز يترسب ايدروكسيد الحديديك وينطلق ثانى أكسيد الكربون • وتكون أكسدة الحديدوز بطيئة فى حالة انخفاض نسبة المواد الصلبة ورقم pH فى المياه ، ولذلك فاضافة الصودا أو الجير الى المياه



إزالة عسر الماء باستخدام عامود صوديومي وعامود إيدروجيني

لرفع قيمة pH تفيد في اسراع تفاعل الاكسدة ·· ويعقب الاكسدة عملية الترشيح ، وبذلك تنخفض نسبة الحديد في الماء الى ما يقرب من عشر جزء في المليون ·

وفي طريقة تبادل الكاتيونات يحل الحديد في الزيوليت محل الصوديوم ، ويمكن ازالة الحديد فيما بعد من عامود الادمصاص باضافة محلول ملح الطعام فيخرج الحديد في صورة كلوريد حديدوز ويحل محله الصوديوم ·

وفي طريقة زيوليت المنجنيز يعامل الزيوليت بكلوريد المنجنيز ثم ببرمنجنات البوتاسيوم ، لترسيب أكاسيد المنجنيز الفوقية في الزيوليت· وعند ترشيح المياه المحتوية على حديد خلال الزيوليت المنجنيزي يتأكسد الحديد الى ايدروكسيد حديديك وينفصل عن الماء · ولذا يلزم غسيل الزيوليت على فترات للتخلص من الحديد المترسب ، ويعقب الغسيل المعاملة بقدر مناسب من برمنجنات البوتاسيوم ·

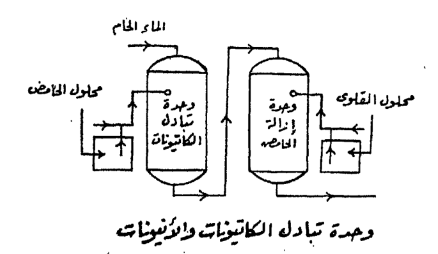
ويمكن ازالة الحديد الموجود في مياه الانهار الحمضية في صورة كبريتات حديدوز باضافة الصودا أو الجير للتعادل ثم التهوية والترسيب

والترشيح • وعندما يوجد الحديد فى المياه السطحية فى صورة غروية أو عضوية يمكن ازالته مع العكارة واللون بالتجميع والترسيب والترشيح •

٢ ـ المنجنيز :

يوجد المنجنيز فى ميـــاه الآبار العميقة فى صـــورة بيـكربونات منجنيزوز ، كمـــا يوجد فى المياه السطحية فى صورة منجنيز عضوى أو غروى وفى المياه الحمضية فى صورة كبريتات •

وتزال بيكربونات المنجنيزوز من الميـــاه بنفس الطرق المتبعة لازالة الحديد ، فقط يراعى رفع قيمة pH المياه حتى يتأكسد المنجنيز فيسهل فصله بالتهوية والترسيب والترشيح • ويبدو أن وجود كمية من أكاسيد المنجنيز فى عامود الترشيح يؤدى فعل الملامسة فيساعد فى الاكسدة • ويمكن ازالة البيكربونات أيضا بطريقةالزيوليت لتبادل الايونات أوبطريقة الزيوليت المنجنيزى المعامل ببرمنجنات البوتاسيوم • أما المنجنيز العضوى والغروى والمرتبط بالكبريتات فيمكن ازالته بنفس الطرق المستخدمة فى ازالة الحـــديد من المياه ، كأن تعامل الميـــاه الحمضية بالتعادل والتهوية والترسيب والترشيح ، أو تعامل الميـــاه السطحية بالتجميع والترسيب والترشيح •



وحدة تبادل الكاتيونات والأنيونات

٣ ـ كبريتور الايدروجين :

يزال كبريتور الايدروجين من المياه بعدة طرق هى التهوية أو المعاملة بالكلور أو المعاملة الغازية المصحوبة بالتهوية لطرد ثانى اكسيد الكربون المستخدم فى المعاملة . ففى طريقة التهوية يزال جزء من كبريتور الايدروجين ، ولذلك تعتبر الطريقة ضئيلة الكفاءة ويجب تنفيذها فى المياه المحتوية على تركيز منخفض من هذا الغاز . وطريقة الكلور أيضا قليلة الكفاءة كما أنها مكلفة اذ يلزم ثمانية أجزاء من الكلور لازالة كل جزء من كبريتور الايدروجين . وطريقة المعاملة الغازية المصحوبة بالتهوية هى المفضلة عمليا ، وفيها تمرر غازات flue gas فى إتجاه مضاد لسقوط المياه فيذوب ثانى اكسيد الكربون فى الماء ويخفض قيمة pH له ويطرد غاز كبريتور الايدروجين ، ويلى ذلك عملية التهوية لازالة ثانى أكسيد الكربون . ويمكن ازالة آثار كبريتور الايدروجين المتخلفة فى المياه باستخدام الفحم المنشط .

٤ ـ الطعم والرائحة :

يستخدم الفحم المنشط للتخلص من مسببات الطعم والرائحة فى المياه ، ويكون الفحم المستخدم فى صورة مسحوق أو حبيبات . وقد يضاف مسحوق الفحم الى المياه مباشرة ويترك ليترسب مع الشوائب فى طرق التجميع والترسيب والجير الصودى والجير البارد . أما الفحم المحبب فيستخدم عادة فى المرشحات ، ويجرى تغييره مرة كل عام تقريبا .

٥ ـ السليكا :

مركبات الالومنيوم الذائبة ان وجدت فى الماء تتحد مع السليكا مكونة راسب سليكات وألومنيوم مثل analcite . وعندما يوجد الكالسيوم فى المياه يتكون راسب سليكات الكالسيوم . وقد تتكون رواسب من السليكا بمفردها . ومثل هذه الرواسب له أثره الضار على الغلايات ، خصوصا

تلك التى تعمل تحت ضغط مرتفع ، الا أن الغلايات التى تعمل تحت ضغط منخفض لا تظهر فيها الصعوبة حيث يمتنع تكون الرواسب السليكاتية عندما يضاف محلول فوسفات وترفع القلوية الى حد مناسب ، فبذلك تظل السليكا فى حالة ذائبة فى الماء بتركيز قد يصل الى ٣٥٠ جزءا فى المليون .

وتزال السليكا من المياه بالادمصاص على أكاسيد أو ايدروكسيدات أو كربونات بعض المعادن كالمغنسيوم والحديديك ، ويعتبر المغنسيوم أفضل من الحديد . وبديهى أن راسب المغنسيوم الناتج فى عملية ازالة العسر بطريقة الجير الصودى الباردة أو الساخنة يحجز جزءا من السليكا بتأثير الادمصاص . وعندما يتفاعل ثانى اكسيد الكربون والبيكربونات الموجودين فى الماء مع المغنسيوم تتكون كربونات مغنسيوم قابلة للذوبان بنسبة قد تصل الى ١٠٠جزء فى المليون ، وهذه تتفاعل مع الجير فيرسب ايدروكسيد المغنسيوم .

وليس مرغوبا اقتصاديا التخلص من جميع السليكا ، ولذلك يكتفى بخفض تركيزها فى المياه الى ثلاثة أو ستة أجزاء فى المليون ، تبعا لنسبة المواد الصلبة الكلية فى الماء ومدى حدوث التركيز أثناء تشغيل الغلاية ومقدار الضغط المستخدم فى الغلاية .

ومن طرق ازالة السليكا الحديثة طريقة تبادل الانيونات ، وفيها تستخدم مواد ادمصاص خاصة تستطيع ازالة حمض السيليسيك . وهذه الطريقة تتضمن أربع خطوات ، ففى المرحلة الاولى تمر المياه خلال عامود تبادل الايدروجين ثم تمر فى عامود تبادل الانيونات ومنه الى جهاز ازالة الغاز لطرد ثانى أكسيد الكربون المتولد من البيكربونات أثناء مرورها فى عامود الايدروجين تمهيدا لامرار المياه على مادة الادمصاص القاعدية فى المرحلة الرابعة الاخيرة .

ويمكن تحويل السليكا الى حمض هيدروفلوروسيليسيك hydro fluosilicic باضافة فلوريد الصوديوم ، ثم يزال الحامض بامرار المياه

خلال عامود تبادل أيون الايدروجين ومنه الى عامود تبادل الانيونات ومنه الى جهاز طرد الغاز • وهذا الحامض يمتاز على حمض السيليسيك بقدرته الكبيرة على التأين • وبديهى أن الصوديوم الناتج عن فلوريد الصوديوم سوف يزال فى عامود تبادل أيون الايدروجين ، أما حامض الايدروفلوريك المتكون فيتحد مع السليكا مكونا حمض الهيدروفلوروسيليسيك الذى بدوره يزال فى عامود تبادل الانيونات ومعه الزيادة من حمض الهيدروفلوريك وحمض الكبريتيك والايدروكلوريك الناتجين من الكبريتات والكلوريدات الموجودتين أصلا فى المياه • وتعتبر هذه الطريقة مكلفة وغير مرغوبة اقتصاديا نظرا لاستعمال كمية من فلوريد الصوديوم تزيد على ٢ر٤ جزءا فى المليون لكل جزء سليكا يزال من المياه •

٦ ـ الزيت :

يمكن ازالة الزيت المختلط بالماء باضافة كبريتات الالومنيوم والقلوى لتجميعه ثم يرشح الماء خلال مرشح به مادة غير سليكونية مثل anthrafilt وهذا المرشح يجب غسله بالماء backwashings على فترات كما يلزم غسله بمحلول صودا كاوية ساخن •

مياه التبريد :

المياه المستخدمة فى التبريد يمكن معاملتها بطريقة الجير الباردة أو بطريقة حامض الكبريتيك أو بطريقة زيوليت الصوديوم • وتتلخص طريقة الحامض فى اضافة حامض كبريتيك الى الماء لتحويل البيكربونات الى كبريتات ذائبة فيمتنع تكون رواسب فى مياه التبريد • وتتوقف كمية الحامض المضافة على تركيب المياه ودرجات الحرارة المستخدمة وعدد مرات استخدام المياه فى التبريد • وعندما تستخدم المياه فى التبريد ثم فى الغلاية فالشائع هو معاملتها بطريقة زيوليت الصوديوم • كذلك المياه المحتوية على نسبة مرتفعة من البيكربونات يفضل معاملتها بطريقة الجير

الباردة ثم بطريقة الزيوليت • وفى حالة تكرار استخدام المياه فى عمليات التبريد يمكن معاملة هذه المياه باحدى الطرق الثلاث سالفة الذكر ، أما استعمالها مرة واحدة وبعدها تهمل المياه فيقتضى معاملة المياه بطريقة حامض الكبريتيك أو بطريقة الجير البـــاردة • وفى هذه الطريقة الباردة يلزم اضافة الجير بكمية تكفى لخفض القلوية الناشـئة عن الكالسيوم الى حوالى ٣٥ جزء فى المليون • ولا توجد حاجة ملحة الى فصل المغنسيوم نظرا لأن كربونات المغنسيوم تذوب بنسبة ١٠٠ جزء فى المليون تقريبـــا ولن تتكون رواسب في حالة استخدام المياه للتبريد مرة واحدة فقط ، كما أنه فى حالة الاستخدام مرة واحدة لا توجد ضرورة لازالة العسر النـاشىء عن وجود أملاح غير الكربونات • وليست هنـــاك ضرورة لازالة ثانى اكسيد الكربون الناتج من تفاعل حامض الكبريتيك المضاف مع البيكربونات فى المياه اذا كانت هذه المياه لن يعاد استخدامها •

مواصفات المياه المستخدمة فى التصنيع الغذائى :

يشترط فى المياه المســتخدمة فى تصنيع الاغذية أن تكون صافية وعديمة اللون والرائحــة والطعم وخالية من الحـــديد والمنجنيز ومقبولة بكتريولوجيا بدرجة تماثل مياه الشرب • ففى القانون الامريكى يجب ألا تزيد العكارة فى المياه المستخدمة فى مصانع الاغذية عن عشرة أجزاء فى المليون (سليـــكا) • ولا تزيد درجة اللون عن عشرين جزءا فى المليـــون (كوبلت) ، ولا تزيد نســـبة كل من الحديد والمنجنيز عن عشر جزء فى المليون •

وهناك اشـــتراطات أخرى يلزم توفرها فى الميـــاه المستخدمة فى صناعات معينة . ففى صناعة الخبيز يفضل احتواء ماء العجن المستخدم لصناعة الخبز الافرنجى على قدر من أملاح الكالسيوم ، ولهذا قد يضاف الى المياه الفقيرة فى أملاح الكالسيوم قدرا من كبريتات الكالسيوم أو مزيجا من بعض الاملاح • وقد ثبت أن هذا الكالسيوم ينشـــط نمو الخميرة ،

بعكس أملاح المغنسيوم . ويجب فى هذه الحالة التحكم فى الحموضة الفعلية pH للمياه . وما ينطبق على مياه صناعة الخبز لا ينطبق على مياه صناعة الكيك والبسكويت الجاف ، اذ فى هذه الحالة الاخيرة يفضل استخدام مياه خالية تماما من العسر للحصول على كيك وبسكويت متجانس وجيد الصفات . والمياه المستخدمة فى نظافة المخابز يجب أن تكون يسرة .

والمياه المستخدمة فى صناعة المياه الغازية يجب أن تكون منخفضة القلوية ، نظرا لأن القلوية الشديدة تعادل بعض مكونات الشراب الاساسى وتتلف الفاكهة . فالقلوية المناسبة فى صناعة المياه الغازية يجب أن تكون بين ٥٠ ، ١٠٠ جزء فى المليون محسوبة فى صورة كربونات كالسيوم . وتخفض القلوية عادة باضافة الجير والشب أثناء ازالة العسر بطريقة الجير الباردة . والمراحل الاربع التى تمر بها المياه المستخدمة فى صناعة الغازوزة هى مرحلة اضافة الجير والشب والهيبو كلوريت ، ومرحلة ازالة العسر بطريقة الجير الباردة ، ومرحلة الترشيح خلال الرمل ، ومرحلة الترشيح خلال الكربون المنشط . وتفضل معظم مصانع المياه الغازية تركيب مرشح رمل وفحم منشط به مجمع للرواسب على مورد مياه الشرب المراد استعمالها فى صناعة الغازوزة ضمانا لمنع العكارة ونواتج تآكل مواسير المياه والمواد المكسبة للطعم والرائحة من الوصول الى المياه الغازية . وفى طريقة ازالة العسر باستخدام المواد العضوية لتبادل الكاتيونات وأعمدة الايدروجين ، يمكن خفض القلوية بمزج جزء من المياه غير المعاملة بكمية المياه المارة خلال عامود الايدروجين لمعادلة الحامض وجعل المياه قلوية قليلا . ويلزم تحاشى تلوث المياه الغازية بالاحياء الدقيقة عن طريق الشراب الاساسى أو الزجاجات أو الغطاءات أو الجو . وهذه المياه المستخدمة فى صناعة الغازوزة يجب تخليصها من المنجنيز والحديد ان وجدا ، وذلك بالتهوية أثناء ازالة العسر بطريقة الجير الباردة ، كما يزال كبريتور الايدروجين بالتهوية وبالكلور أو بالكلور فقط . والمياه المستخدمة فى النقع وغسيل الزجاجات والنظافة يجب أن تكون يسرة تماما .

وفى صناعة البيرة ذات اللون الباهت يفضل احتواء المياه على درجة

مرتفعة من العسر الناشىء عن وجود كبريتات الكالسيوم ، وكذلك يلزم أن تكون المياه قلوية قليلا • وللوصول الى درجة العسر المطلوبة قد يستلزم الأمر اضافة قليل من كبريتات الكالسيوم وكلوريد الصوديوم الى الماء • والمياه المستخدمة فى غسيل الزجاجات والبسترة يجب أن تكون خالية تماما من العسر لتحاشى تكوين رواسب على السطح الخارجى للزجاجات •

وفى مصانع التعليب يفضل استخدام ميـــاه خالية من العسر تماما أثناء معاملة البسلة والفاصوليا والعدس للمحافظة على قوام هذه المواد. وهذا اليسر التام ليس ضروريا عند تعليب الاغذية الحمضية وبعض الاغذية الاخرى ، الا أن الشائع فى مصانع التعليب التى تعبىء بسلة أو فاصوليا ضمن انتاجها أن تعامل المياه بطريقة الزيوليت للحصول على ماء يسر تماما يستخدم فى تعبئة كافة المنتجات • والماء المستخدم فى التعقيم يجب أن يخلو تماما من عسر البيكربونات والكربونات لتحاشى تكوين رواسب على العبوات خصوصا الزجاجية منها • ويجب تحاشى ارتفاع قلوية الصوديوم فى مياه التعقيم أيضا لتحاشى التأثير على مظهر العلب الصفيح • والميـــاه المستخدمة فى نظافة مصانع التعليب يجب أن تكون على درجة الصفر من العسر ، أما مياه الغلاية فيلزم أن تكون يسرة أيضا •

وفى التعبئة الطازجة للفاكهة وجد أن ازالة عسر مياه الغسيل يساعد على ازالة الأتربة وتحسين المظهر •

وقد لوحظ عمليا أن درجة العسر فى المياه تؤثر بدرجة واضحة فى صفات منتجات الخبيز المحلاة •

وفى مصانع الألبان تستخدم مياه يسرة تماما فى غسيل الزجاجات والعلب وفى النظافة العامة • وعادة يضاف لهذه الميـــاه مواد مطهره مثل مركبات الامونيـــوم الرباعية • وتعتبر المياه العسرة غير صالحة لأعمال النظافة نظرا لأنهـــا تكون رواسب فى المواسير والمضخات عند اتحادها بالمحاليل القلوية • ومياه الغلاية يلزم أن تكون يسرة تمـــاما • ويجب

المحافظة على المياه لمنع اكتسابها طعما ورائحة وأحياء دقيقة عن طريق الزبد أو الجبن ٠

وفى صناعة التقطير تستخدم مياه الشرب العادية فى مرحلة الاستخلاص ٠ ويمكن ازالة عسر الماء ليستخدم فى تبريد المكثفات أولا وبعدها يستخدم فى الغلاية ٠ وفى المشروبات الكحولية يفضل اضافة الماء المقطر أو الماء المزال منه الأملاح بدلا من ماء الشرب العادى الذى تترسب منه الأملاح فى المشروب الكحولى ٠

وفى صناعة الجيلاتين يفضل خفض نسبة الرماد لأنها تؤثر بوضوح فى لزوجة وقدرة محلول الجيلاتين ، ولذلك تستخدم فى الصناعة مياه أزيلت أملاحها . وتستخدم فى الغلاية مياه يسرة .

وفى صناعة البكتين والأحماض العضوية يلزم ازالة الرماد أو خفضه الى أقصى حد ممكن ٠ وتستخدم أعمدة تبادل الكاتيونات الايدروجينية فى تحويل بكتات الكالسيوم أو سترات الكالسيوم أو أملاح الكالسيوم المستخرجة من الفواكه الحمضية الى أحماض ٠

وفى مصانع تعبئة اللحوم تستخدم طريقة الزيوليت فى معاملة مياه الغلايات والتبريد والنظافة ٠ وقد لوحظ أن ازالة عسر المياه المستخدمة فى غسيل اللحوم المملحة يؤدى الى تحسين لونها ٠ وكثيرا ما تعمد هذه المصانع الى معاملة المياه بالترشيح أو بأعمدة تبادل الكاتيونات العضوية أو بطريقة الجير والصودا الساخنة أو بوسائل ازالة الحديد ٠

وفى صناعة النشا لوحظ أن المياه العسرة تسبب ارتفاع نسبة الرماد فى النشا ، كما أن الحديد ان وجد فى المياه يؤثر فى لون النشا ويسبب المنجنيز بعض المتاعب فى صناعة النشا ويؤثر فى لون عسل الجلوكوز ٠ لذلك تعامل المياه فى مصانع النشا بطريقة الزيوليت

وبالمرشحات وبوسائل ازالة الحديد ، كما تعامل مياه الغلاية بطريقة الجير والصودا الساخنة ·

وفى مصانع تكرير السكر وجد أن الالكتروليتات تسبب انخفاض محصول السكروز بسبب تحويل جزء منه الى سكر محول ، ولذلك يراعى تحاشى استعمال المياه المالحة فى التصنيع · وعادة تعامل المياه فى مصانع السكر بطريقة الزيوليت ، كما قد تستخدم المرشحات · وفى صناعة عسل المابل فى الدول الأجنبية يستفاد من أعمدة تبادل الـكاتيونات فى ازالة الشوائب الضارة مثل الرصاص ·

وفى صناعة المستحضرات الفيتـامينية تستخدم مواد تبـادل الكاتيونات بكثرة ·

التفاعلات فى تنقية المياه :

تفاعلات التجميع :

لو٢ ح٢ } (كب أ٤)٣ + ٣ { كا / مغ / ص٢ } (يد ك أ٣)٢ ←

٢ {لو / ح} (أ يد)٣ + ٣ { كا / مغ / ص٢ } كب أ٤ + ٦ ك أ٢

تفاعلات تبادل الصوديوم :

{ كا / مغ } { (يد ك أ٣)٢ / كب أ٤ / كل٢ } + ص٢ Z ← { كا / مغ } Z + ص٢ { (يد ك أ٣)٢ / كب أ٤ / كل٢ }

تفاعلات تبادل الصوديوم والاعادة : Regeneration

كا، مغ | Z + ٢ ص كل ← ص$_٢$ Z + كا، مغ | كل$_٢$

تفاعلات عامود الايدروجين مع البيكربونات :

كا، مغ، ص$_٢$ | (يد ك ا$_٣$)$_٢$ + يد$_٢$ Z ← كا، مغ، ص$_٢$ | Z + ٢ يد$_٢$ ا + ٢ ك ا$_٢$

تفاعلات عامود تبادل الايدروجين مع الكبريتات والكلوريدات :

كا، مغ، ص$_٢$ | كب ا$_٤$، كل$_٢$ + يد$_٢$ Z ← كا، مغ، ص$_٢$ | Z + يد$_٢$ كب ا$_٤$، ٢ يد كل

تفاعلات اعمدة تبادل الايدروجين والاعادة :

كا، مغ، ص$_٢$ | Z + يد$_٢$ كب ا$_٤$ ← يد$_٢$ Z + كا، مغ، ص$_٢$ | كب ا$_٤$

تفاعلات امتصاص الحامض :

ر { يد٢ كب أ٤ / ٢ يد كل } ← ر + { يد٢ كب أ٤ / ٢ يد كل }

تفاعلات امتصاص الحامض والاعادة :

ر { يد٢ كب أ٤ / ٢ يد كل } + ص٢ ك أ٣ ← ر + ص٢ { كب أ٤ / كل٢ }

+ يد٢ أ + ك أ٢

تفاعلات ازالة السليكا بالتبادل :

(أ) بدون اضافة فلوريد :

يد٢ س أ٣ + ر ← ر . يد٢ س أ٣

(ب) باضافة فلوريد :

٢ ص فل + يد٢ Z ← ص٢ Z + ٢ يد فل

٦ يد فل + س أ٢ ← يد٢ س فل٦ + ٢ يد٢ أ

يد س فل٦ + ر ← ر . يد٢ س فل٦

تفاعلات الجير والصودا :

ك ا$_{٢}$ + كا (ايد)$_{٢}$ ← كا ك ا$_{٣}$ + يد$_{٢}$ ا

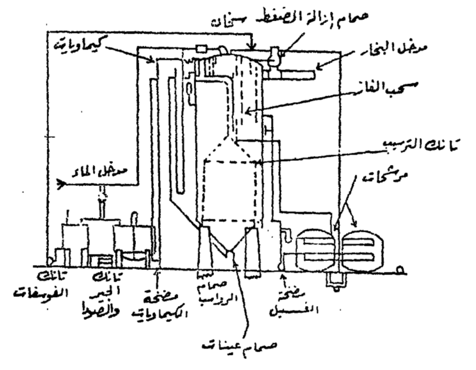
كا (يد ك ا$_{٣}$)$_{٢}$ + كا (ايد)$_{٢}$ ← ٢ كا ك ا$_{٣}$ + ٢ يد$_{٢}$ ا

مغ (يد ك ا$_{٣}$)$_{٢}$ + ٢ كا (ا يد)$_{٢}$ ← مغ (ايد)$_{٢}$ + ٢ كا ك ا$_{٣}$
+ ٢ يد$_{٢}$ ا

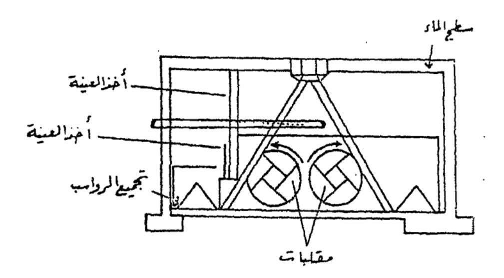
كا | كب ا$_{٤}$ / كل$_{٢}$ + ص$_{٢}$ ك ا$_{٣}$ ← كا ك ا$_{٣}$ + ص$_{٢}$ | كب ا$_{٤}$ / كل$_{٢}$

مغ | كب ا$_{٤}$ / كل$_{٢}$ + ص$_{٢}$ ك ا$_{٣}$ + كا (ا يد)$_{٢}$ ← مغ (ا يد)$_{٢}$

+ كا ك ا$_{٣}$ + ص$_{٢}$ | كب ا$_{٤}$ / كل$_{٢}$



طريقة الجير والصودا الساخنة



طريقة الجير والصودا الباردة

الفصل الثاني

اللبن ومنتجاته

بدأ استعمال الانسان لألبان الحيوانات المستأنسة منذ عام ٨٠٠٠ قبل الميلاد تقريبا ، الا أن تصنيع الألبان لم يحظ بعناية الشعوب الا فى القرنين الثامن عشر والتاسع عشر ، برغم انتشار الألبان كغذاء آدمى منذ حوالى ستة آلاف سنة • وقد ساعد اختراع سبل التبريد وتقدم وسائل النقل وتفهم الوسائل الصحية على تركيز انتاج الألبان فى المزارع ونقل اللبن الى سكان المدن • وأول مصنع للجبن أنشأته الولايات المتحدة الأمريكية كان فى مدينة نيويورك عام ١٨٥١ ، أما أول مصنع للقشدة فانشىء أثناء الحرب الأهلية • وقد زاد الاهتمام بانتاج اللبن الى الحد الذى جعله يمثل حوالى ١٧ ٪ من الدخل الزراعى فى الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٣٩ • وتمثل منتجات الألبان حوالى سدس كمية الطعام اليومى الذى يتناوله الفرد الأمريكى • وهناك نواتج ثانوية للبن ، من بينها الكازين واللكتوز وحمض اللكتيك ، تستخدم فى أغراض صناعية متعددة.

ويعرف اللبن بأنه الافراز الكامل لغدد ثدى البقرة أو الأبقار السليمة صحيا ، باستبعاد الافراز خلال الخمسة عشر يوما السابقة للولادة والخمسة أيام التالية لها • وعندما يؤخذ اللبن من مصادر أخرى بخلاف البقر يلزم تحديد المصدر ، فيقال لبن الجاموس أو لبن الغنم أو اللبن الآدمى مثلا •

الخواص الطبيعية للبن :

يعتبر اللبن محلولا مائيا للأملاح واللكتوز واللاكتو ألبومين ينتشر فيه الدهن وبعض الليبيدات الأخرى فى صورة مستحلب ، كما تنتشر فيه البروتينات وفوسفات الكالسيوم فى صورة غروية . وهذه المكونات هى التى تحدد الخواص الطبيعية والكيماوية للبن •

وأهم خواص اللبن الطبيعية هى :

١ ـ المظهر والرائحة والطعم :

للبن صـــفات مميزة من وجهات المظهر والرائحة والطعم ، وهذه الصفات تتأثر بظروف تغذية الحيوان • ويعتبر اللون الأبيض العـاجى للبن ناشئا عن انعكاس الضوء بتأثير الدهن والبروتين المنتشرين على حالة غروية فى اللبن • وعندما يظهر لون مائل للزرقة فهذايعنى أن اللبن قد أضيف اليه الماء أو نزع منه بعض الدهن • وللبن طعم مميز يميل للحلاوة الخفيفة ، وهذا الطعم المالوف عرضة للتأثر •

٢ ـ ضغط الخثرة :

عندما تقطع خثرة اللبن بالسكين تتعرض السكين لقدر من المقاومة يعبر عنه بالاصطلاح ضغط الخثرة **curd tension**، وهذه المقاومة تتراوح بين ٦٠ ، ٢٥٠ جراما • وينخفض مقدار هذا الضغط الى صفر ـ ٣٠ جراما فى الخثرة الليـنـــة المتكونة فى اللبن المجنس بتأثير الببســـين وحمض الكلوردريك •

٣ ـ حجم حبيبات الدهن :

يتراوح حجم حبيبـات الدهن فى اللبن الخـام بين عشر وعشرة ميكرونات بمتوسط قدره حوالى ثلاثة ميكرونات • أما عدد الحبيبات فى الملليلتر فيتراوح بين ٢٥٠٠ الى ٥٠٠٠ مليون • وكلما ارتفعت نســـبة الدهن فى اللبن كلما زادت نسبة الحبيبات الكبيرة • وعموما يتأثر حجم حبيبات الدهن بسلالة الحيوان وبمرحلة الادرار وبطبيعة العليقة وبمدى الزج وبدرجات التجمد ، فلبن الماعز به حبيبات دهن صغيرة الحجم بكمية تفوق ما يوجد فى لبن البقر ، كما أن حجم الحبيبات يصغر بتقدم مرحلة الادرار • وبديهى أن استخراج القشدة من اللبن يكون أسهل فى حالة كبر حجم حبيبات الدهن •

٤ ـ تكوين القشدة :

ترتفع حبيبات الدهن فى اللبن الى أعلى بتأثير انخفاض وزنها النوعى مقارنا بسيرم اللبن • ويساعد اللاكتو جلوبيولين الموجود فى سيرم اللبن على تماسك حبيبات الدهن ، ويساعد فى ذلك أيضا الشحنة الكهربائية الموجودة على حبيبة الدهن • وهناك اعتقاد أنحبيبات الدهن يوجد عليها أجلوتنين agglutinin الذى يؤثر فى التحام الحبيبات •

٥ ـ الالتصاق وازدياد الحجم :

ترجع قدرة اللبن على الالتصاق الى وجود الكازين به ، وتزداد هذه القدرة بانخفاض درجة حرارة اللبن • كما أن اللبن يزداد حجمه بارتفاع درجة الحرارة فوق ٥٤° مئوية ، ويعود الحجم للنقصان بانخفاض درجة الحرارة •

٦ ـ الوزن النوعى :

تعبر الكثافة density عن كتلة الحجوم ، بينما الكثافة النسبية تعرف بالوزن النوعى specific gravity ولما كان الماء يستخدم للمقارنة عادة ، لذلك يعرف الوزن النوعى بأنه النسبة بين وزن حجم معين من المادة ووزن حجم مماثل من الماء على درجة حرارة ١٥٫٥ أو ٢٠ مئوية •

ويقدر الوزن النوعى بطريقة قنينة الكثافة pycnometer أو بميزان وستفال Westphal Balance أو بالايدرومتر hydrometer. وتعتبر طريقة قنينة الكثافة أكثر الطرق دقة • وفى هذه الطريقة تجفف القنينة وتملأ بالسائل وتوزن ، وينسب الوزن الى وزن القنينة الممتلئة بالماء ، مع مراعاة درجة الحرارة وضبط حجم السائل • وفى طريقة ميزان وستفال يغمر الغاطس الزجاجى glass sinker فى السائل وتوازن قوة الدفع بالأثقال المناسبة ، ويكرر ذلك مع الماء لينسب الوزنان الى

بعضهما • وعادة يكون الميزان مدرجا بحيث يقرأ الوزن النوعى للسائل مباشرة مقارنا بالماء على درجة حرارة معينة • وفى طريقة الايدرومترات يترك الايدرومتر المكون من ساق زجاجية مدرجة لقراءة الوزن النوعى ذات ثقل فى أسفلها يطفو حرا فى السائل بعيدا عن الجدران والقاع ، وتؤخذ قراءة الساق عند سطح السائل الأفقى ، وتصحح هذه القراءة تبعا لاختلاف درجة الحرارة • وتوجد جداول خاصة تحدد العلاقة بين قراءة الايدرومتر وبين تركيز بعض المكونات • والايدرومتراتهى الأكثر استعمالا فى مصانع الألبان •

الخواص الطبيعية الكيميائية للبن :

يعتبر اللبن مخلوطا معقدا غير متجانس به أيونات أملاح قوية وايونات املاح ضعيفة وأملاح وأمفوليتات كالبروتينات ومركبات غير الكتروليتية كالدهون وبعض الليبيدات الأخرى • وأهم هذه الخواص ما يلى :

١ ـ الحموضة الفعلية :

يكون اللبن الطازج أمفوتيريا يحول لون صبغة عباد الشمس من الأحمر الى الأزرق ومن الأزرق الى الأحمر ، ويرجع ذلك الى وجود البروتينات التى تكون أمفوتيرية عند حموضة فعلية قدرها ٦ر٦ pH وعادة يتراوح رقم pH فى الألبان بين ٣ر٦ ، ٧ر٦ •

٢ ـ الحموضة الكلية :

تحسب حموضة اللبن الفعلية فى صورة حامض لكتيك كنسبة مئوية بقسمة عدد ملليلترات ايدروكسيد الصوديوم العشر أساسى اللازمة لتغيير لون الفينولفثالين فى ٦ر١٧ ملليلترا من اللبن على ٢٠ • وتتراوح الحموضة الكلية فى اللبن بين ١٠و٠ ، ٢٢و٠ ٪ بمتوسط قدره ١٥و٠ الى ١٦و٠ ٪ • وهذه الحموضة الكلية سببها الكازين والفوسفات ، كما يؤثر

فيها بقلة ثاني أكسيد الكربون والسترات والألبومين ٠ والمعـــروف أن اللبن الطازج لا يحتوى على حامض لكتيك ٠

٣ ـ التجمع :

يتجمع اللبن بتأثير انزيم الرنين أو الحرارة أو حامض اللكتيك الذى تنتجه البكتريا القادرة على احداث تخمـــر للكتوز ٠ ويعلل تأثير الحرارة على تجميع اللبن بقدرة الحرارة على تغيير تركيب البروتين **denaturation** ثم مقدرة البروتينات على التجلتن agglutination ٠ ويعتبر الغشاء skin الذى يتكون على سطح اللبن عند تسخينه مظهرا من مظاهر التجمع ٠

تركيب اللبن :

يتكون اللبن من ثلاثة أجزاء رئيسية وهى الزبد والكازين واللكتوز. وزبد اللبن عبارة عن خليط من جليسريدات ثلاثية للأحماض الدهنية التالية : الأوليبك والبالمتيك والميرســـتيك والاســـتياريك والبيوتريك والكابرويك والكابريليـــك واللوريك والـــكابريك والديســـينويك والتترادیسینویك والهكسادیسینویك والأراشيدونيك ٠ ويوجد مع الدهن الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهون والكوليســـتيرول والزانثوفيل والفوسفو ليبيدات والكيفالين والليسيثين ٠ وبروتين اللبن يحتـوى على كازين ولاكتو البومين ولاكتو جلوبيولين ، ويوجد فى هذا البروتين جميع الاحماض الأمينية الضرورية ٠ والكربوايدرات فى اللبن عبارة عن لاكتوز يعرف باسم ســـكر اللبن ٠ ومعادن اللبن يدخل ضمنها الصـــوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والفوسفور والكلور والكبريت والمغنســـيوم والنحاس والحديد والزنك والمنجنيز واليود والكربونات ٠ وفيتامينات اللبن عبارة عن فيتامين أ وكاروتين وثيامين وحمض اسكوربيك وفيتامين د ،هـ وريبوفلافين ونياسين وحمض بانتوثنيك وبيريدوكسين ٠ والانزيمـــات الموجودة فى اللبن هى الفوســـفاتيز والأميليز والليبيز والـــكتاليز

والبيروكسيدين والجالاكتيز والردكتيز ٠ وقد يسبب الليبيز تغييرا فى نكهة اللبن ، اما الفوسفاتيز فيستخدم كوسيلة للتعرف على بسترة اللبن . والمواد العضوية الموجودة في اللبن هى حامض الستريك وحامض اللكتيك والكرياتين واليوريا والكرياتنين والكولين . بالاضافة الى ما سبق ذكره . والغازات الموجودة فى اللبن هى ثانى اكسيد الكربون والأوكسيجين والنتروجين ٠ والجدول التالى يوضح تركيب اللبن :

المكونات		حد أقصى	حد أدنى	متوسط
ماء	٪	٩٠	٨٢	٨٧ر٣
دهن	٪	٧ر٨	٢ر٣	٣ر٦٧
كازين	٪	–	١ر٥	٢ر٨٦
ألبومين	٪	–	٠ر٥	٠ر٥٦
بروتين كلى	٪	٤ر٥	٢ر٠	٣ر٤٢
لكتوز	٪	٦ر٠	٣ر٥	٤ر٧٨
رماد	٪	٠ر٩	٠ر٦	٠ر٧٣
جوامد كلية	٪	١٨ر٠	١٠ر٠	١٢ر٦٩
جوامد غير دهنية	٪	١٠ر٦	٧ر٥	٨ر٧٧

والنسبة المئوية للمعادن فى رماد اللبن تتراوح بين ١٤ر٦ ــ ٢٣ر٩ للبوتاسيوم ، ١٤ر٢ ــ ٢٠ر٥ للكالسيوم ، ١ر٩٣ ــ ٨ر٢ للصوديوم ، ٠ر٧٢ ــ ٣ر٠١ للمغنسيوم ، ٠ر٠٣٥ ــ ٠ر٢٨٠ للحديد ، ٩ر٤٤ ــ ١٢ر٨ للفوسفور ، ١٢ر٢ ــ ١٦ر٤ للكلور ، ١ر٥٣ ــ ٢ر٤٦ للكبريت ٠

وفيتامينات اللبن تتأثر الى حد كبير بحالة التغذية وبمدى التعرض لأشعة الشمس ٠ والجدول التالى يوضح نسب الفيتامينات فى اللبن ٠

اللبن	ا	ب١	ب٢	حـ	د
	بالوحدات			شرمان	بالوحدة الدولية
لبن كامل	١٦٥	٢٠	٦٠	٠	١
« « تغذية جافة	٨٠	٢٠	٣٠	١	٢
« « عليقة خضراء	٢٥٠	٢٠	٩٠	٣	٤
« « مجفف	—	١٥٠	٥٠٠	٠	—
لبن فرز مجفف	٢٠	١٨٠	٦٢٥	—	—

ويحتوى اللبن داخل الضرع على بكتريا بمعدل ٥٠٠ خلية فى السنتيمتر المكعب ، ويزداد هذا العدد فيصبح حوالى ٣٠٠٠ بعد الحليب مباشرة نتيجة للتلوث من الجو أثناء اجراء عملية الحليب تحت ظروف صحية ، أما الحليب تحت ظروف غير نظيفة فيرفع عدد البكتريا بدرجة باهظة نتيجة للتلوث من الضرع وجسم الحيوان وأيدى العمال وأدوات الحليب والجو ٠ ويوجد قليل من الخمائر والفطريات فى اللبن ٠

ويتأثر تركيب اللبن بسلالة الحيوان وموسم الحليب وفترة الحليب اليومية وعمر الحيوان وطول مدة الادرار وحالة التغذية وطول الفترة بين أوقات الحليب ، بل ان الجزء الأول من اللبن قد يختلف فى تركيبه عن الجزء الأخير من اللبن المحلوب فى نفس عملية الحليب الواحدة ٠ وتعتبر السلالة هى أهم العوامل المؤثرة فى تركيب اللبن ٠ فنسبة الدهن فى لبن أبقار الجرسى والأيرشير مرتفعة عنها فى لبن الشورتهورن مثلا ، ونسبة الجوامد الكلية فى لبن أبقار الجرسى والجرنسى مرتفعة عنها فى لبن الشورتهورن والأيرشير ٠ وفى أمريكا لوحظ أن اللبن يكون أكثر دسما خلال فصل الخريف وبداية الشتاء عنه خلال الربيع وبداية الصيف ٠ وباجراء الحليب مساء يتحصل على لبن أغنى مما يحلب فى الصباح ٠ وفى بداية الحليب يكون اللبن أفقر منه فى نهاية الحليب ٠ وترتفع نسبة

الدهن فى اللبن عقب التغذية على عليقة غنية جدا فى الدهن ٠ أما اليود فى اللبن فتتأثر نسبته بسرعة بمقدار اليود فى غذاء الماشية ٠ وكلما زاد حجم اللبن الذى تعطيه الماشية كلما قلت محتوياته من المواد الصلبة الكلية ، أى كلما انخفض مقدار الطاقة للجوامد الكلية فى وحدة الوزن من اللبن ٠ ويوضح الجدول التالى تأثير السلالة على تركيب اللبن :

سلالة الحيوان	النسبة المئوية			
	الدهن	البروتين	اللكتوز	الرماد
جرسى	٥ر٣٧	٣ر٩٢	٤ر٩٣	٠ر٧١
شورتهورن	٣ر٩٤	٣ر٣٢	٤ر٩٩	٠ر٧٠

سلالة الحيوان	النسبة المئوية			
	المواد الصلبة الكلية	ماء	جوامد غير دهنية	نسبة الدهن الى الجوامد غير الدهنية
	١٤ر٩١	٨٥ر٠٩	٩ر٥٤	١ : ١ر٧٨
	١٢ر٨١	٨٧ر١٩	٨ر٨٧	١ : ٢ر٢٦

وتوجد علاقة ثابتة بين نسبتى الدهن والبروتين ، وهذه العلاقة وضعها الباحثون فى صورة معادلات بعضها كما يلى :

البروتين ٪ = ١ر٤٦ + ٠ر٤ (الدهن ٪)

البروتين ٪ = ٢ر٠ + ٠ر٤ (الدهن ٪)

البروتين ٪ = ٢ر٧٨ + ٠ر٤٢ (الدهن ٪)

كمـا وجدت علاقة بين الدهن والبروتين والطاقة ، باعتبـار جرام الدهن يوازى ٩ر٢٣ سعرا وجرام البروتين ٧ر٥ سعرا وجرام اللكتوز ١ر٤ سعرا ٠ وقد وجد أن اللبن المحتوى على ٤٪ دهنا يعطى طاقة قدرها ٣٤١ سعرا للرطل أو ٧٥٠ سعرا للكيلو جرام ٠ ويمكن توضيح العلاقة بالجدول التالى :

دهن٪	بروتين٪		الطاقة محسوبة
	عمليا	حسابيا	بالسعرات للرطل
٠ر٣	٠٧ر٣	٢٠ر٣	٢٩٠
٥ر٣	٣٩ر٣	٤٠ر٣	٣١٥
٠ر٤	٥٤ر٣	٦٠ر٣	٣٤١
٥ر٤	٨٣ر٣	٨٠ر٣	٣٦٧
٠ر٥	٠٢ر٤	٠٠ر٤	٣٩٢
٥ر٥	١٨ر٤	٢٠ر٤	٤١٨
٠ر٦	٥٠ر٤	٤٠ر٤	٤٤٣
٥ر٦	٦٣ر٤	٦٠ر٤	٤٦٩
٠ر٧	٩١ر٤	٨٠ر٤	٤٩٤

ولذلك فنسبة الدهن فى اللبن تعتبر دليـلا على نسـبة البروتين والقيمة الحرارية ، وذلك باعتبار نسبة الملكتوز ثابتة تقريبا ٠
والتغييرات التى تطرأ على نسبة الجوامد غير الدهنية بتأثير العوامل المؤثرة فى تركيب اللبن تعتبر بسيطة وتقـدر بزيادة حوالى ٤ر٠٪ كلما زادت نسبة الدهن حوالى ١٪ ٠

وترتفع نسبة اللكتوز وتنخفض نسبتا البروتين والرماد فى اللبن الآدمى عنهـا فى اللبن البقرى ٠ وتبلغ نسبة البروتين غير الـكازينى الى البروتين الكازينى فى اللبن الآدمى حوالى أربعة أمثـال النسبة فى اللبن

البقرى ، كما ترتفع نسبة النتروجين غير البروتينى الى نتروجين الكازين فى اللبن الآدمى الى حوالى ١٣ مرة قدر النسبة فى اللبن البقرى ٠

درجات اللبن :

وضعت معظم الدول المتمدينة مواصفات للبن بقصد حماية المستهلك٠ فدرجات اللبن فى القانون الأمريكى هى :

١ ـ لبن خام درجة أ : وهو اللبن الخام الذى لا يزيد فيه عدد البكتريا عن ٥٠٫٠٠٠ فى السنتيمتر المكعب باحتساب الكتل clumps أو ٢٠٠٫٠٠٠ خلية بكتيرية ولا تقل مدة الاختزال reduction time عن ثمانى ساعات،وعندما يعد هذا اللبن للبسترة تصبح الأرقام ٢٠٠٫٠٠٠ ، ٨٠٠٫٠٠٠ ، ٦ ساعات ، مع مراعاة الاشتراطات الصحية فى انتاج هذا اللبن ٠

٢ ـ لبن خام درجة ب : وهو لبن به مليون بكتريا على الأكثر فى السنتيمتر المكعب باحتساب الكتل أو أربعة ملايين خلية ولا تقل مدة الاختزال عن ٣٫٥ ساعة ٠

٣ ـ لبن خام درجة جـ : وهو لبن خام مخالف للمواصفات التى حددت للدرجة ب ٠

٤ ـ لبن مبستر درجة أ : وهو اللبن الخام درجة أ المبستر والمبرد والمعبأ تحت ظروف صحية ولا تزيد به البكتريا بعد بسترته حتى توريده عن ٣٠٫٠٠٠ فى السنتيمتر المكعب ، ويجب تغطية عبواته بغطاءات سليمة وحفظه مبردا على درجة حرارة تقل عن ٥٠° فهرنهيت حتى يحين موعد التسليم ٠

٥ ـ لبن مبستر درجة ب : وهو لبن خام لا تقل درجته عن ب

وأجريت بسترته فأصبح عدد البكتريا به لا يزيد على ٥٠٫٠٠٠ فى السنتيمتر المكعب .

٦ ـ لبن مبستر درجة جـ : وهو لبن مبستر مخالف فى مواصفاته للبن المبستر درجة ب .

اللبن المبستر :

يعرف اللبن المبستر بأنه اللبن الذى تعرضت جميع أجزائه الى درجة حرارة لا تقل عن ١٤٣° فهرنهيت لمدة لا تقل عن نصف ساعة أو لدرجة لا تقل عن ١٦٠° فهرنهيت لمدة لا تقل عن ١٥ ثانية . وفى بعض الدول يبستر اللبن بتعريضه للحرارة على درجة ١٤٥ ـ ١٥٠° فهرنهيت لمدة نصف ساعة وبعدها يبرد اللبن تبريدا مفاجئا لخفض درجة حرارته الى ٥٥° فهرنهيت . كذلك قد يبستر اللبن بالطرق الأخرى المعروفة بأسماء

flash pasteurization high temperature pasteurization
high temperature short time pasteurization
stassanization retarder type low temperature
pasteurization holder type pasteurization

ولا تؤثر البسترة فى نكهة اللبن وقيمته الغذائية تأثيرا ملحوظا . فقط يلاحظ انخفاض طفيف فى نسب فيتامينى جـ . ب، واليود . وبالاضافة لطول مدة الحفظ بتأثير البسترة فهذه المعاملة تجعل اللبن أسهل هضما لدى الأطفال. وبديهى أن البسترة توقف نشاط الانزيمات.

اللبن النظيف :

عندما تؤخذ كافة الاحتياطات الصحية اثناء انتاج اللبن بحيث ينخفض عدد البكتريا فيه الى حد كبير يطلق على هذا اللبن فى القانون الأمريكى اسم اللبن النظيف certified milk وقد يبستر هذا اللبن ويبرد

ويعبا فى زجاجات فيصبح مطابقا لمواصفات اللبن درجة أ ويسمى
certified milk-pasteurized •

اللبن المدعم بفيتامين د :

عندما يضاف فيتامين د الىاللبن يشترط أن يتم ذلك بطريقة وبكمية مطابقة للتشريعات الغذائية • وقد ارتفعت نسبة اللبن المدعم بفيتامين د فى الدول المتمدينة • وقد ترفع نسبة فيتامين د فى اللبن بتعريضه للأشعة فوق البنفسجية لتحويل الكوليستيرول الى فيتامين د ، ويسمى فى هذه الحالة باللبن المعامل بالأشعة irradiated milk • وأحيانا تغذى الأبقار على خميرة معاملة بالأشعة فوق البنفسجية تحتوى على الأرجوستيرول ، ويسمى اللبن metabolized vitamin D milk • وقد يضاف مستحضر فيتامين د بنسبة ٤٠٠ وحدة .U.S.P لكل ربع quart ويسمى اللبن fortified vitamin D milk • وهذا المستحضر عبارة عن زيت كبد الحوت أو غيره من بعض الأسماك الأخرى ، أو ارجوستيرول معامل بالأشعة ومضاف على هيئة مستحلب فى زيت نباتى أو فى لبن مبخر أو فى قشدة كما قد يضاف مذابا فى البروبيلين جليكول •

اللبن المدعم بالفيتامينات :

أحيانا يدعم اللبن بمجموعة من الفيتامينات ، مثل أ ، ب١ ، ب٢ ، جـ ، د ، حمض النيكوتنيك ، وبانتوثانات الكالسيوم ، ويطلق على اللبن فى هذه الحالة الاسم multivitamin milks •

اللبن المجنس :

يعامل اللبن ميكانيكيا بطريقة خاصة للتأثير على خواصه الطبيعية خصوصا فيما يتعلق بحالة ومظهر حبيبات الدهن ، وهذا ما يعبر عنه صناعيا بتجنيس اللبن . وهذه العملية تؤدى الى تصغير حجم حبيبات

الدهن مما يؤدى الى انتشارها بحيث لا يطفو منها شيء على سطح اللبن المخزن لمدة ٤٨ ساعة وتظل نسبة الدهن فى المائة ملليلتر من الطبقة السطحية للبن المعبأ فى زجاجات سعة ربع quart لا تزيد على نسبة الدهن فى بقية كمية اللبن المعبأ الا فى حدود خمسة فى المائة من الدهن مقدرة بعد التأكد من اجراء عملية الرج الجيد . ويمكن استخدام عبوات بأحجام أخرى بشرط تحليل كمية من الطبقة السطحية للبن تتمشى مع حجم العبوة .

وتؤدى عملية التجنيس Viscolization or Homogenization الى تكسير حبيبات الدهن فيتعذر تجمعها بعد ذلك لتكوين طبقة من القشدة . ويتحقق هذا التجنيس بامرار اللبن تحت ضغط مرتفع يتراوح بين الفين وأربعة آلاف رطل على البوصة المربعة خلال صمام ضيق يسهل التحكم فى قطر فتحته لتضبط عند الحد المرغوب لحجم حبيبات الدهن . وبديهى أن هذا التكسير ينجم عنه زيادة مساحة سطوح حبيبات الدهن ، وهذا هو العامل الفعال فى زيادة ثبات معلق اللبن ومنع ترسيب الدهن او تكوين القشدة . وفى بعض ماكينات التجنيس يمرر اللبن على سطوح مهتزة .

وعملية التجنيس شائعة الاستخدام فى التصنيع الغذائى ، فهى معروفة فى عمليات صناعة الجيلاتى و cultured sour cream و cultured buttermilk والقشدة المخفوقة whipped cream و cream cheese و process or pasteurized cheese والمايونيز والمواد المضافة للسلاطة salad dressings وحشو الفطائر وكريم حشو الحلوى وغيرها .

وتفيد عملية التجنيس فى جعل اللبن أسهل هضما وتقليل أو منع ظهور النكهة غير المرغوبة copper-induced oxidized flavors الا أن عملية التجنيس تسهل حدوث تغيير النكهة الناشيء عن حدوث

أكسدة في وجود ضـــوء الشمس sunlight-induced oxidized flavors.
ولا يؤثر التجنيس فى الحموضـــــة الـكلية أو الفعليــــة فى اللبن . وبديهى أن عملية التجنيس تسهل توزيع اللبن بالأجهزة الميكانيكية دون حدوث تغيير واضح فى تركيب دفعات اللبن . ومن أهم فوائد عمليـــة التجنيس انها تجعل خثرة اللبن اكثر نعومة soft curd milk فيصبح اللبن أسهل هضما مما كان عليه وتصبح خثرته المتكونة بفعل العصارات الهضمية أكثر نعومة وتكاد تتماثل مع خثرة اللبن الآدمى .

ومن وســائل اعداد اللبن ذى الخثرة اللينة أيضا تسخين اللبن على درجة حرارة تعــلو درجة البسترة ، وهــذا التأثير الحرارى يفسر الليونة التى تطرأ على خثرة اللبن المغلى واللبن المبخر . والمعروف أن بعض الأبقار تتميز على غيرها بليونة خثرة ألبانها ، ولذلك فتجميع قطيع من مثل هذه الأبقار يعتبر طريقــة ثالثة للحصول على اللبن لين الخثرة . أما الطريقــة الرابعة فتتلخص فى تحميض اللبن بحامض ستريك ثم ترشيحه فى مرشح زيوليت لازالة حوالى عشرين فى المـائة من الـكالسيوم واحداث تعـديل طفيف فى نسبتى الفوسفور وملح الطعام فى اللبن بسبب تبادل القواعد. والطريقة الخامسة لتحضــير اللبن لين الخثرة هى باضــافة أملاح صوديوم للبن فى صورة بيروفوســفات أو ميتافوســفات أو سترات أو هكساميتا فوســفات . والطريقــة السادسة هى معــاملة اللبن بانزيم بروتيوليتى كالتربسين. والطريقة السابعة هى تعريض اللبن لذبذبات عالية للحصول على لبن يعـــرف باسم sonic soft curd milk . ويتوقف اختيار أى من هذه الطرق على الناحية الاقتصادية .

اللبن التركيب :

يمكن مزج مكونات اللبن بالماء للحصول على لبن مطابق فى مواصفاته للبن العادى ويسمى لبن تركيب reconstituted أو remade أو recombined أو reconstructed . وهذه المكونات الممزوجة بالماء يمكن

الحصول عليها في صورة مسحوق لبن كامل مجفف أو مسحوق لبن فرز مجفف أو قشدة أو لبن مبخر أو لبن مجمد أو مخلوط من أحد هذه المكونات مع زبد أو مسلى • وينطبق اسم اللبن التركيب على كل لبن تم الحصــول عليه بغــير طريق ادرار الماشــية • وهذا اللبن التركيب يجــب تجنيسه لتحاشي حدوث ترسيب به •

اللبن المجمد :

يمكن تركيز اللبن لخفض حجمه الى الثلث تقريبــا ، ثم يبرد ويعبأ في عبوات محكمه القفل ويجمد على درجه الصفر الفهرنهيتى بدون تقليب ويخزن لمدة خمسة اسابيع تقريبا . بعدها يصهر ويعاد فى حالته الطبيعيه باضافه الماء اليه • كذلك يمكن ان تسبق هذه المعاملات تسخين اللبن مدة نصف ساعة على درجة ١٥٥° فهرنهيت أو لمدة دقيقــة واحدة على درجة ١٧٠° فهرنهيت ، ثم تجنيسه تحت ضغط قدره ٢٥٠٠ رطل على البوصة المربعــة . فيســـاعد ذلك على اطالة مدة حفظ اللبن الى ثمانية أسابيع على درجه ــ ١٠° فهرنهيت أو أقل • ومن الممكن أيضا تركيز اللبن المجمد بالتجميد freeze-drying • وتتلخص اهميه هذه المعاملة فى المحافظة على نكهة اللبن المجمد frozen milk بدرجة تفوق نكهة اللبن المكثف أو اللبن المبخر . ويبدو أن معاملة التجميد تسبب تغييرا فى صفات بروتين اللبن • كما أنها مرتفعة التكاليف .

القشدة :

تطفو القشدة cream على ســـطح اللبن بعد فترة من الزمن ، كما يمكن فصلها من اللبن بقوة الطرد المركزى • وأهم مكونات القشــدة هو الدهن butter fat الذى يجب الا تقل نســـبته فى القشدة عن ١٨٪ • ويمكن اضافة قدر من اللبن الكامل أو اللبن الفرز الى القشدة • ويلاحظ أن تجنيس القشدة يجعل خفقها أكثر صعوبة • وترتفع نسبة الدهن من

ثلاثين فى المائة على الأقل فى القشدة المخفوقة الخفيفة light الى ٣٢ فى المائة على الأقل فى القشدة المتوسطة والى ٣٦ فى المائة على الأقل فى القشدة الثقيلة heavy ٠

وتتوقف نسبة الدهن فى القشدة على نسبة الدهن فى اللبن وسرعة الطرد المركزى المستخدم فى فصل القشدة وسرعة انسياب اللبن ودرجة حرارة اللبن ووضع فتحة القشدة فى جهاز الفراز وكمية الماء أو اللبن الفرز المستخدمة فى فصل بقايا القشدة من الفراز ٠ فنسبة الدهن فى القشدة تتمشى طرديا مع نسبة الدهن فى اللبن ومع درجة اقتراب فتحة القشدة من المركز فى الفراز ومع اتساع فتحة خروج اللبن الفرز من الفراز ومع سرعة الفراز ، بينما تكون السلاقة عكسية مع سرعة انسياب اللبن فى الفراز ومع ارتفاع درجة حرارة اللبن ٠

وتحتوى القشدة الخفيفة على ٢٠٪ دهن، ٩ر٢٪ بروتين، ٤٪ لكتوز، ٦ر٠٪ رماد ، ٥ر٢٧٪ جوامد كلية ، ٥ر٧٢٪ ماء ، بينما القشدة الثقيلة تحتوى على ٣٦٪ دهن، ٣ر٢٪ بروتين ، ٢ر٣٪ لكتوز، ٥ر٠٪ رماد ، ٤٢٪ جوامد كلية ، ٥٨٪ ماء ٠ وكلما زادت لزوجة القشدة كلما زاد اقبال المستهلك عليها ، غير أن درجة اللزوجة يمكن زيادتها عن طريق البسترة والتجنيس ٠ ويمكن حساب تركيب القشدة باستخدام المعادلة التالية التى بنيت على أساس احتواء القشدة على ٧ر٩ جزء جوامد غير دهنية مع كل مائة جزء من الماء :

النسبة المئوية للدهن = ٠٩٧ر١ × النسبة المئوية للجوامد الكلية ــ ٧٠ر٩ ٠

والقشدة الممضية cultured sour cream تتميز باحتوائها على حموضة تزيد على ٢ر٪ محسوبة فى صورة حامض لكتيك ، وتحضر عادة بتلقيح القشدة بالبكتريا ، وتكون عادة بالغة الكثافة ومطاطة ٠ والشائع هو تجميع القشدة الكثيفة وتخزينها مجمدة ، ثم تصهر القشلة وتمزج

بكمية كافية من اللبن الكامل أو اللبن الفرز المضاف اليه ماء حتى تنخفض نسبة الدهن فى القشدة الى ١٨ ـ ٢٠ ٪ ، ثم تجنس القشدة تحت ضغط قدره ٢٠٠٠ ـ ٢٥٠٠ رطل على البوصة المربعة مع دفع الهواء فى القشدة أثناء التجنيس بالقدر الذى يكفى لزيادة الحجم بما يقرب من عشرة فى المائة ، ويلى ذلك بسترة القشدة على درجة ١٧٠ ـ ١٨٠° فهرنهيت لمدة نصف ساعة ، وتبرد القشدة الى درجة حرارة الغرفة ، أى حوالى درجة ٧٠° فهرنهيت ، وتلقح ببكتريا حامض اللكتيك وتعبأ فى علب أو برطمانات وتترك على درجة الحرارة العادية لمدة ١٢ ـ ٤٨ ساعة حتى تأخذ القشدة الحمضية قوامها المرغوب وتصل درجة الحموضة بها الى ٦٠ر٠ ـ ٦٥ر٠٪ . ثم تبرد القشدة الحمضية مباشرة الى درجة ٤٠° فهرنهيت ليتوقف نشاط البكتريا وازدياد الحموضة . ويراعى عدم تقليب القشدة الحمضية أثناء فترة التسوية .

والقشدة المطاطة plastic cream برغم احتوائها على نسبة مرتفعة من الدهن قد تصل الى ٨٣ ٪ الا أنها تختلف عن الزبد فى كون الأولى تحتوى على حبيبات الدهن منتشرة فى الماء بينما فى الزبد يكون الماء منتشرا فى الدهن ، كما أن القشدة المطاطة تكون متحببه . وتحضر القشدة المطاطة بالطرد المركزى العنيف الذى يضمن معه فصل حوالى تسعة اعشار السيرم وجوامد السيرم . وعادة تسخن القشدة العادية قبل معاملتها بالطرد المركزى لتحويلها الى قشدة مطاطة . وقد يبستر الناتج. وتفيد شدة الطرد المركزى فى ازالة القاذورات التى قد توجد فى القشدة. وكثيرا ما تستعمل هذه القشدة المطاطة فى صناعة جبن بالقشدة .

والقشدة المخفوقة whipped cream يفضل صناعتها من قشدة غنية بالدهن ، لأن القشدة الخفيفة يصعب خفقها خصوصا اذا لم تكن مبسترة أو معتقة. فالتعتيق يؤدى الى ارتفاع الحموضة قليلا، وهذا الحامض المتكون يؤثر فى الكازين واللاكتو ـ البومين فتزداد قدرة هذين البروتينين على اكتساب القوام الجيلاتينى اللازم لاحتجاز الهواء المندفع فى القشدة أثناء

خفقها • ومن الممكن الاستعاضة عن عملية التعتيق باضافة حامض اللكتيك الى القشدة بنسبة ١ر٠ ـ٢ر٠٪ أو باضافة سكرات الكالسيوم viscogen اذا كانت التشريعات الغذائية تسمح بذلك • والعوامل الأربعة المؤثرة فى كفاءة عملية خفق القشدة هى كفاية نسبة الدهن التى يلزم ان تتراوح بين ٣٦ ، ٤٠٪ ، وتعتيق القشدة ، وبرودة القشدة أثنــاء عملية الخفق ، وسرعة التقليب • وهناك طريقة أخرى لصناعة القشدة المخفوقة وهى بدفع غاز أكسـيد النتروز أو مزيج من أكسـيد النتروز وثانى أكسـيد الكربون فى القشدة غير المعتقة • وهناك منتجات قريبة الشبه من القشدة المخفوقة تحضر بخفق مخاليط من مسحوق اللبن المضاف اليه مادة مثبتة كالجيلاتين أو الصمغ •

والقشـــدة المثبتـــة stabilized cream المعقمـة تحضر بتسخين القشدة الى درجة التعقيم بأسرع ما يمكن ثم تبرد بعـــد فترة قصيرة • وتتلخص الطريقة فى ضبط حموضة القشدة الخفيفة عند ١٥ر٠٪ والقشدة الثقيلة عند ١٤ر٠٪ واضـافة ألجينات الصوديوم الى القشـدة والتسخين ابتدائيا ثم التعقيم على درجة ٢٦٠ ـ ٢٨٠° فهرنهيت لمدة تقل عن أربعـة دقائق بعدها تجنس القشدة على مرحلتين اولاهما تحت ضغط قدره ٢٠٠٠ رطل والثانية تحت ضغط قدره ٥٠٠ رطل مع الابقاء على درجة الحرارة فوق ١٥٠° فهرنهيت ، ويلى ذلك امرار القشـــدة فى أنابيـب التبريد وتعبئتها فى عبوات معقمـة على درجة ٢٧٥° فهرنهيت داخل غرفة معقمة بها مصابيح أشعة فوق البنفسجية يدخلها هواء مرشح •

والقشـــدة التركيب recombined or reconstituted cream تحضر بمزج مسحوق القشدة والزبد أو المسلى واللبن مع اللبن الفرز أو الماء •

الزبد :

تخض القشدة العادية أو الحمضية لتجميع حبيبات الدهن وبالتالى تكوين الزبد التى تحتوى على ٨٠٪ دهن على الأقل • وفى بعض الأحيان

يضاف ملح الطعام ومادة ملونة ، كما تعرض الزبد فى الأسواق بأشكال وأوزان متفاوتة . وعادة تعادل حموضة القشدة فى البداية باضافة . ايدروكسيد الكالسيوم أو المغنسيوم أو كربونات الصوديوم أو الكالسيوم أو بيكربونات الصوديوم اليها . ثم تبستر القشدة ويضاف اليها بادئات لتسويتها ، ويلى ذلك الخض churning فالغسيل فالتمليح فالتشكيل ، وقد تخفق الزبد لجعل قوامها ثابتا صيفا وشتاء ، ويعرف الناتج باسم الزبد المخفوق whipped butter ، وهذا الخفق يكسب الزبد لونا مصفرا باهتا ومظهرا زغبيا fluffy وطعما كريميا، كما أن حجم الزبد يزداد نتيجة لادماج الهواء فيها غير أن الوزن لا يزداد الا بقدر ضئيل . ويترتب على عملية خفق الزبد انخفاض حجم حبيبات الدهن فتصبح متراوحة بين ١ ، ٧ ميكرون بدلا من ٦ – ٢٠ ميكرون .

وتتكون الزبد من ٧٧ر٦٤ – ٨٦ر٩١٪ دهن butter fat ٢٠ر – ٤٢ر٣٪ بروتين curd . ٩٢ر٠ – ٢٦ر٥ ٪ ملح ، ٥٢ر١٠ – ٨٣ر١٦٪ ماء ، ٤ر٠ ٪ لكتوز . وتبلغ نسب الأحماض الدهنية فى لزبد حوالى ٦ر٢ – ٥ر٣٪ حمض بيوتريك ، ٣ر١ – ٩ر١٪ حمض كابرويك ، ٧ر٠ – ٦ر١٪ حمض كابريليك ، ٨ر١ – ٦ر٣٪ حمض كابريك ، ٢ر٣ – ٧ر٥٪ حمض لوريك ، ٩ر٦ – ١ر١١٪ حمض ميرستيك، ٨ر٢٢ – ١ر٢٩٪ حمض بالمتيك ، ٥ر٦ – ٥ر١٢٪ حمض استياريك ، ٦ر٠ – ٩ر٠٪ حمض أراشيديك ، ٣ر٣١ – ٣ر٤١٪ حمض أوليك ، ٦ر٣ – ١ر٥٪ حمض لينوليك ، ٢ر٠٪ حمض ديسنويك ، ١ر١٪ حمض تترادیسنویك ، ٣ر٣٪ حمض هكساديسنويك ، ٦ر١٪ حمض أراشيدونك .

وتنتج الزبد بدرجات متباينة ، ولذا ففى كثير من الدول تحدد درجات للزبد كأن تقسم الى ست درجات هى creamery dairy . ladled ، packing-stock ، grease ، process or renovated وفى الاختبار الحسى للزبد تقسم المائة درجة الى ٤٥ للنكهة ، ٢٥ للقوام ، ١٥ للون ، ١٠ للملوحة ، ٥ للتعبئة . فلكى تحصل عينة الزبد على ٩٤

درجة فأكثر يلزم أن تكون الزبد طازجة وعذبة ومعتدلة ونظيفة ، بينما انخفـــاض درجة الزبد ع ن٧٥ يعـــنى أن الزبد تمثـــل أدنى الدرجات ولا تصلح للاستهلاك الآدمي • وتعتبر الزبد مغشوشة بحكم قانون بعض الدول اذا انخفضت نسبة الدهن بها عن ثمانين فى المائة أو اذا كانت الزبد قذرة أو متحللة • ويعبر عن درجات الزبد فى بعض الدول الأجنبية برموز ، مثل AA للزبد ٩٣ درجة فأكثر ، A للزبد ٩٢ درجة ، B للزبد ٩٠ درجة ، C للزبد ٨٩ درجة ، CG للزبد الأقل من ٨٩ درجة •

وعندما تصهر الزبد وتعامل بالطرد المركزى يتحصل على الزبد النقى الخالى من الماء ومن جميـــع مكونات الزبد الأخرى بخـــلاف الدهن butteroil • وهذا المسلى ghee يمكن الحصول عليه بغليان الزبد ثـم الترشيح • ويمتاز المسلى على الزبد بعدم قابليته للتزنخ بسرعة •

اللبن المبخر :

يبخر جزء من رطوبة اللبن ، أو اللبن المضاف اليه أو المنزوع منه قشدة لتعديل نسبة الجوامد الدهنية الى الجوامد غير الدهنيـــة به ، للحصول على لبن مركز يعرف باسم اللبن المبخر evaporated milk . وهذا اللبن يحتوى على٧٫٩٪ دهن ، ٢٥٫٩٪ جوامد لبنية كلية على الأقل • وعادة يحفظ اللبن المبخر فى عبوات محكمة القفل معقمة .

وقد يضاف للبن المبخر بعض المثبتات ، مثل فوســـفات ثنـــائى الصوديوم أو سترات الصوديوم أو كلا الملحين أو كلوريد الكالســـيوم ، بنســـبة لا تزيد على ٠٫١٪ وذلك للتنعيم smoothness . وقد يدعم اللبن المبخر بفيتامين D بطريق الأشعة أو باضافة زيت غذائى يحتوى على الفيتامين ، بشرط الا تزيد كمية الزيت المضاف عن ٠٫٠١٪ من وزن اللبن المبخر وألا تقل نسبة الفيتامين المضاف عن ٧٫٥ وحدة U.S.P. مع ايضاح التدعيم على بطاقة العبوة •

اللبن المركز :

يحضر اللبن المـــــركز concentrated or plain condensed بتركيز اللبن فى أوانى تحت ضغط منخفض لطرد جزء من الرطوبة . ويتشابه اللبن المركز مع اللبن المبخر في مواصفاته ، لكنه لا يشترط تعبئته فى أوان محكمة القفل أو تعقيمه .

اللبن المكثف :

يطلق اسم اللبن المـــــكثف condensed milk عادة على اللبن المزال منه كمية من الرطوبة والمحلى بالسكروز أو بالدكستروز أو بكليهما. ويتكون اللبن المكثف المحلى من ٥ر٨٪ دهن ، ١ر٨٪ بروتين ، ٨ر٥٤٪ لكتوز وسكر ، ٧ر١٪ رماد ، ٠ر٢٧٪ ماء ، ولا تقل نسبة الجوامد اللبنية الكلية به عن ٢٨٪ . ويراعى دائما أن تكون كمية السكر المضافة للبن بالقدر الكافى لمنع حدوث الفساد الميكروبى . وقد يستعمل عســـل الجلوكوز بمفرده أو مخلوطا بالســـكر فى صناعة اللبن المكثف . وعندما يستخدم اللبن الفرز أو اللبن المنزوع منـــه جزء من الدهن فى صـــناعة اللبن المكثف يعرف الناتج باسم superheated condensed milk.

الجيلاتى :

تصنع الجيلاتى بتجميد خليط من منتجات الألبـــان وبعض المواد المضافة كالبيض والســـــكر ومكسبات النكهة والمواد الملونة والماء ، كما قد تضاف مواد مثبتة . وأحيانا يقلب الخليط أثناء تجميده . وتنحصر منتجات الألبان المستخدمة فى صناعة الجيلاتى فى اللبن والقشدة والزبد والسمن واللبن الفرز واللبن المبخـــر واللبن المكثف غير المحلى واللبن المكثف المحلى واللبن الفرز المحلى واللبن الفرز المكثف المحلى واللبن المجفف واللبن الفرز المجفف . وتسبب عملية التقليب أثنـــاء التجميد دخول

الهواء فى الجيلاتى فيزداد الحجم زيادة واضحة يعبر عنها بالاصـــطلاح overrun

ويتوقف تركيب الجيلاتى وقيمته الغذائية على نسب ونوع المكونات المستخدمة فى صناعته . مثال ذلك الجيلاتى المحتوى على عشرة فى المائة دهن لبن توجد به المكونات الموضحة بالجدول التالى على أساس انتاج ألف رطل :

قشدة ١٨٪	٣٦٦ر١	٤١٥ر٦	٢١٠ر٧	٤٩١ر٥	٣٨٥ر٥	٥٠٠ر٨
لبن مبخر	٣٧٩ر٧	—	—	—	—	—
لبن كامل	١٠٩ر٢	٢٢٠ر٤	٤١٦ر٧	—	٣١١ر٥	٢٥٩ر٢
لبن كامل مكثف غير محلى	—	٢١٩ر٠	—	—	—	—
لبن فرز مكثف	—	—	٢٢٧ر٦	—	—	—
لبن كامل مكثف محلى	—	—	—	—	٢٣٨ر٠	—
لبن فرز مكثف محلى	—	—	—	٢٨٥ر٠	—	١٦٣ر٩
سكر	١٤٠ر٠	١٤٠ر٠	١٤٠ر٠	١٠ر٣	٤٠ر٠	٧١ر١
جيلاتين	٥ر٠	٥ر٠	٥ر٠	٥ر٠	٥ر٠	٥ر٠
ماء	—	—	—	٢٠٨ر٢	—	—
المجموع	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠
لبن فرز مجفف	٤٥ر٨	١١٠ر٠	—	—	—	—
زبد	٨٩ر٦	١١٩ر٢	٦٨ر٩	١١٧ر٨	—	—
لبن كامل	٧١٩ر٦	—	١٢٢٤ر٠	—	—	—
لبن فرز	—	—	—	١١٧٤ر٠	—	—
سكر	١٤٠ر٠	١٤٠ ر	١٤٠ر٠	١٤٠ر٠	—	—
جيلاتين	٥ر٠	٥و٠	٥ر٧	٥ر٧	—	—
ماء	—	٦٢٥ر٨	—	—	—	—
المجموع	١٠٠٠	١٢٠٠	١٤٣٨ر٦	١٤٣٧ر٥	—	—
الماء اللازم تبخيره تحت ضغط منخفض	—	—	٤٣٨ر٦	٤٣٧ر٥	—	—

ويمكن صناعة حلوى مجمدة لا تتجاوز نسبة الجوامد اللبنية فيهـا خمسة في المائة باستخدام مكونات الجيلاتى السابق ذكرها ، ويعرف الناتج باسم شربت sherbets . وفى حالة خلو الناتج من الجوامد اللبنيـة تماما يعرف باسم ices or ice sherbets ، وهى عادة تصنع من الماء والسكر ومواد صناعية مكسبة للنكهة واللون ومواد مثبتة .

الجبن :

تفصل خثرة اللبن curd بعد تجميعها بانزيم الرنين rennet أو بانزيم آخر مناسب أو بالتخمر اللاكتيكى أو بكلا الطريقتين معا ، وقد تعامل بالحرارة أو بالضغط أو بعوامل التســـوية والتخمر أو بفطريات خاصة أو بمواد مناسبة للحصول على الجبن . ويعرف من الجبن حوالى ١٨ نوعا ، الا ان الاسماء التى يطلقهـا المنتجون على الجبن تعـد بالمئات وتقع جميع هذه الأنواع تحت قسمين رئيسيين هما الجبن الجاف hard والجبن اللين soft ، وقد يقسم الجبن الجاف الى شديد الجفاف very hard وشبه جاف أو نصف جاف semi hard، ويقسم الجبن الشديد الجفاف أحيانا الى جبن شديد الجفاف به فجوات غازية كالجبن السويسرى وجبن شديد الجفاف خال من الثقوب الغازية كالشيدر ، ويقسم الجبن شـبه الجاف الى جبن شبه جاف مسوى بالفطريات كالروكفور وآخر مسوى بالبكتريا كالبزيك ، أما الجبن اللين فيقسم الى ثلاثة اقسام وهى المسوى بالبكتريا كالليمبرجر والمسوى بالفطر كالكاممبرت وغير المسوى كالكوتاج .

ومن وجهة أخرى تقسم أنواع الجبن الى خمسة أقسام وهى جبن اللبن الكامل وجبن اللبن المنزوع منه جزء من الدهن وجبن اللبن الفرز والجبن المبستر والجبن المعامل بالحرارة process cheese وتبعا لقوام الجبن يجرى تقسيمها الى خمسة اقسام وهى soft cured cheese، hard grating cheese، soft uncured cheese، hard cheese، semisoft cheese. والقسم الثانى يصنع عادة من لبن منزوع منه جزء من الدهن بينما بقية الأقسام تصنع

من لبن كامل ، غير أن بعض أصناف الجبن شبه اللين semisoft تصنع من لبن منزوع منه جزء من الدهن ولذا فهى تقسم الى قسمين أحدهما يعرف باسم الجبن شبه اللين والآخر جبن اللبن منخفض الدسم شبه اللين semisoft part-skim cheeses ، ويجرى هذا الأخير أيضا على الجبن المميز بموادالنكهة الخاصة المضافة اليه spiced cheese.

ويصنع الجبن الجاف hard grating cheese عادة من اللبن البقرى، وقد يصنع من لبن الغنم أو لبن الماعز أو من هذه الألبان ممتزجة · وعادة ينزع جزء من دهن اللبن بشرط عدم اتلاف النكهة ، ولذلك فنسبة دهن اللبن فى الجوامد يجب الا تقل عن ٣٢٪ . ونسبة الرطوبة فى هذا الجبن لا تتجاوز ٣٤٪ عادة · وتطول مدة تسوية هذا الجبن عادة مقارنة بالأنواع الأخرى وذلك ضمانا لظهور نكهة قوية ، والشائع هو تسويتها خلال ستة أشهر ، وهذه المدة الطويلة تجعل هذا الجبن مأمونا صحيا حتى فى حالة صناعتها من لبن غير مبستر · وتتأثر صفات هذا الجبن الجاف بنسبة اللبن الفرز وبدرجة الحرارة وبمدة التسوية ·

وتتلخص طريقة صناعة الجبن الجاف hard cheese فى اضافة بكتريا حامض اللكتيك منفردة أو مع بكتريا غير ضارة مكسبة للنكهة الى اللبن الدافىء أو المبستر ، وقد يضاف كلوريد كالسيوم نقى بنسبة لا تتجاوز ٠٢ر٠٪ من وزن اللبن ومواد ملونة غير ضارة ، ثم يضاف الرنين rennet أو عجينة رنين rennet paste أو مستخلص عجينة الرنين بالقدر الذى يكفى لتجبين اللبن ، ويلى ذلك تقطيع الكتلة المتجبنة الى قطع صغيرة وتقليبها وتسخينها ، ثم تفصل الخثرة عن الشرش وتصفى وتشكل باشكال مناسبة وتكبس وتسوى لاظهار النكهة · ويجرى التمليح عادة خلال احدى المراحل السابقة ، كما قد تطلى الحافة بالبارافين أو بزيت غذائى أو بكليهما ·

والجبن شبه اللين لا تحتاج خثرته الى معاملة حرارية ، كما انه قد

يسوى تحت ظروف خاصة لتنمية بعض الأحياء الدقيقة المكببة للنكهة على سطحه .

والجبن اللين غير المسوى يصنع بطرق متعددة ولذا فهى تحمل أسماء متعددة . أما الجبن اللين المسوى فلا تحتاج خشرته بعد فصلها عن الشرش الى معاملة حرارية عادة ، وانما تسوى الخثرة تحت ظروف محددة لتنمية الأحياء المكسبة لهذه الخثرة نكهتها المرغوبة المميزة ابتداء من سطح الخثرة وفى اتجاه الطبقات الداخلية .

ويتضح التركيب الكيميائى والقيمة الغذائيـة لبعض أنواع الجبن المحلية والأجنبية من الجدول التالى :

نوع الجبن		الرطوبة	الدهن	البروتين	الرماد
		النسبة المئوية			
بريك	Brick	٤٢ر٥	٣٠ر٧	٢١ر١	٣ر٠
كاشياكا فالو	Cacciacavallo	٣٥ر٠	٢٢ر٠	٣٤ر٣	٧ر٠
كاممبرت	Camembert	٤٧ر٩	٢٦ر٣	٢٢ر٢	٤ر١
شيدر	Cheddar	٣٦ر٨	٣٣ر٨	٢٣ر٧	٥ر٦
كوتاج	Cottage	٦٩ر٨	١ر٠	٢٣ر٣	١ر٩
كريم	Cream	٤٢ر٧	٣٩ر٩	١٤ر٥	١ر٩
ادام	Edam	٣٨ر١	٢٢ر٧	٣٠ر٩	٦ر٢
امنتالر وسويسرى	Emmentaler and Swiss	٣٣ر٠	٣٠ر٥	٣٠ر٤	٤ر٢
جورجو نزولا	Gorgonzola	٣٧ر٣	٣٤ر٧	٢٥ر٢	٣ر٨
جودا	Gouda	٣٨ر١	٢٤ر٥	٢٩ر٦	٦ر١
جريير	Gruyère	٣٠ر٠	٢٨ر٢	٣٣ر٠	٤ر٠

نوع الجبن		الرطوبة	الدهن	البروتين	الرماد
		النسبة المئوية			
لبمبرجر	Limburger	٥٤ر٨	١٩ر٦	٢١ر٣	٥ر٢
مونستر	Muenster	٤٠ر٦	٣١ر٠	٢٢ر٢	٤ر٦
نفشاتيل	Neufchâtel	٥٢ر١	٢٣ر٥	١٩ر٣	٥ر٠
بارميزان	Parmesan	١٧ر٠	٢٢ر٧	٤٩ر٤	٧ر٦
رومانو	Romano	٢٩ر٦	٢٧ر٧	٣١ر٢	٨ر٧
روكفور	Roquefort	٣٨ر٧	٣٢ر٢	٢١ر٤	٦ر١
سابساجو	Sapsago	٤٧ر٨	٢ر٠	٤١ر٦	١١ر٩
ستلتون	Stilton	٣٣ر٦	٣١ر٢	٢٩ر٠	٣ر٠

ويبين الجدول التالى الحد الأقصى لنسبة الرطوبة والحد الأدنى لنسبة الدهن فى الجوامد الكلية والحد الأدنى لمدة التسوية لبعض أنواع الجبن :

نوع الجبن		الدهن فى الجوامد ٪	الرطوبة	مدة التسوية بالايام	درجة الحرارة الصغرى °ف
شيدر		٥٠	٣٩	٦٠	٣٥
	Washed curd cheese	٥٠	٤٢	٦٠	٣٥
كولبى	Colby	٥٠	٤٠	٦٠	٣٥
	Granular (stirred curd)	٥٠	٣٩	٦٠	٣٥
سويسرى او امنتالر		٤٣	٤١	٦٠	–
جريير	Gruyère	٤٥	٣٩	٩٠	–
بريك		٥٠	٤٤	٦٠	٣٥
مونستر		٥٠	٤٤	–	–
ادام		٤٠	٤٥	٦٠	٣٥

نوع الجبن	الدهن في الجوامد %	الرطوبة %	مدة التسوية بالايام	درجة الحرارة الصغرى ف°
جودا	٤٠	٤٥	٦٠	٣٥
بلو Blue	٥٠	٤٦	٦٠	—
جورجو نزولا	٥٠	٤٢	٩٠	—
روكفور	٥٠	٤٥	٦٠	—
ليمبرجو	٥٠	٥٠	٦٠	٣٥
مونترى Monterey	٥٠	٤٤	—	—
High-moisture jack	٥٠	٥٠	—	—
		ولاتقل عن ٤٤		
Provolone, pasta filata	٤٥	٤٥	٦٠	٣٥
Parmesan, reggiano	٣٤	٣٢	٤٢٠	—
رومانو Romano	٣٨	٣٤	١٥٠	—
أسياجو (طازجة ولينة) Asiago	٥٠	٤٥	٦٠	—
أسياجو (متوسطة)	٤٥	٣٥	١٨٠	—
أسياجو (قديمة)	٤٢	٣٢	٣٦٠	—
كريم	٣٣	٥٥	—	—
نفشاتل	٣٣	٦٥	—	—
	ولاتقل عن؛ ٢			
كوتاج	—	٨٠	—	—
كوتاج بالكريمة Creamed cottage	٤	٨٠	—	—
Cook	—	٨٠	—	—
سابساجو Sapsago	—	٣٨	—	—
جاف Hard	٥٠	٣٩	٦٠	٣٥
شبه لين Semisoft	٥٠	٥٠	٦٠	٢٥
		ولاتقل عن ٣٩		

نوع الجبن	الدهن فى الجوامد ٪	الرطوبة ٪	مدة التسوية بالايام	درجة الحرارة الصغرى ٥ف
شبه لبن به جزء لبن فرز	٥٠ ولايقل عن ٤٥	٥٠	٦٠	٣٥
لبن مسوى	٥٠	—	٦٠	٣٥
جبن به توابل Spiced	٥٠	—	٦٠	٣٥
جبن متبل به جزء لبن فرز	٥٠ ولا يقل عن ٢٠	—	—	—
Hard grating	٣٢ —	٣٤ —	١٨٠	—
مبستر	كالنوع الأصلى ولا يقل عن ٤٧	كالنوع الأصلى بزيادة ١٪ على الأكثر ولا يزيد عن ٤٣		
مبستر وبالفاكهة أو الخضر أو النقل أو اللحم	٢٢	٤٤	—	

ويصنع الجبن الشيدر من لبن مصفى أو مبستر أو مصفى ومبستر ، فيدفأ اللبن اذا لزم ذلك ويترك تحت تأثير بكتريا حمض اللكتيك الموجودة أصلا فى اللبن أو المضافة اليه ، ويضاف قليل من المادة الملونة المسموح باضافتها اذا كان ذلك مرغوبا ، ويجبن اللبن باضافة كمية كافية من الرنين مع اضافة قدر من كلوريد الكالسيوم النقى أحيانا ، وتقطع الخثرة وتقلب وتسخن مع استمرار التقليب لتنظيم انفصال الخثرة عن الشرش ، ويصفى الشرش وتجمع الخثرة فى هيئة كتلة متماسكة وتقطع هذه الكتلة وتترك القطع متراكمة لتصفية مزيد من الشرش ولتكوين الحموضة ، ويعاد التقطيع الى قطع أصغر تغسل بالماء عددا من المرات يكفل تصفية بقايا الشرش التى تظهر على السطح ، وتملح قطع الخثرة وتقلب Stirred ويصفى منها الشرش وتكبس بالأشكال المرغوبة . وأحيانا يضاف أثناء التصنيع مستحضر

انزيمى حيوانى أو نباتى ليساعد فى تسوية واظهار نكهة الجبن ، بشرط ألا تزيد الجوامد فى هذا المستحضر عن ١ر٠٪ من وزن اللبن المستخدم فى التصنيع • وهذا الجبن يحتوى على ٣٩٪ رطوبة كحد أقصى ، كما أن جوامده تحتوى على ٥٠٪ دهن لبن على الأقل • وتسوى الجبن الشيدر على درجة حرارة لا تقل عن ٣٥° فهرنهيت لمدة لا تقل عن ســـتين يوما ، فى حالة استخدام لبن غير مبستر •

والجبن washed curd cheese يصنع بطريقة مشابهة لطريقة صناعة الجبن الشيدر ، غير أن قطع الخثرة يعاد تقطيعها وتبرد القطع فى الماء وتنقع فى الماء حتى يتم استخلاص الشرش تقريبا ويمتص الماء • وهذا الجبن لاتزيد رطوبته على ٤٢٪ ولاتقل نسبة دهن اللبن فى جوامده عن ٥٠٪ واذا كان اللبن المستخدم فى الصناعة غير مبستر وجب تسوية هذا الجبن على درجة حرارة لا تقل عن ٣٥° فهرنهيت لمدة شهرين •

وجبن الكولبى يماثل جبن الشيدر ، فقط يراعى تصـــفية جزء من الشرش ثم تبرد الخثرة باضافة الماء اليها مع استمرار التقليب لمنع تلاحم قطع الخثرة ، وبعدها تصفى الخثرة وتملح وتقلب ويعاد تصفيتها وتكبس بالأشكال المناسبة • ولا تزيد رطوبة هذا الجبن على ٤٠٪ ولا تقل نســـبه دهن اللبن فى جوامده عن ٥٠٪ • وتسوى الجبن فى حالة صناعتها من لبن غير مبستر على درجة حرارة ٣٥° فهرنهيت لمدة شهرين على الأقل •

وجبن granular يشـــبه الشـــيدر والكولبى أيضا ، غير أن الخثرة يصفى منها جزء من الشرش ثم تقلب وتصفى بالتناوب للتخلص من الشرش ولمنع التحام القطع ، وبعدها تملح الخثرة وتقلب وتصفى وتكبس بالأشكال المرغوبة • ونسبة الرطوبة فى هذا الجبن لا تتجاوز ٣٩٪ كما أن نسبة دهن اللبن فى الجوامد لا تقل عن ٥٠٪ • واذا لم يبستر اللبن وجب تسوية الجبن على درجة ٣٥° فهرنهيت لمدة شهرين على الأقل •

والجبن السويسرى الذى يعرف أحيانا باسم جبن امنتال يحتوى على

ثقوب تعرف باسم العيون Eyes تكونت أثناء فترة تسوية الجبن ٠
ويصنع الجبن السويسرى من لبن بقرى منزوع منه قليل من الدهن ولذا فنسبة الدهن فى الجوامد الكلية تتراوح بين ٤٣ ، ٤٧٪ ، أما نسبة الرطوبة فتتراوح بين ٣٩ ، ٤٣٪ ٠ وتتلخص طريقة صناعة الجبن السويسرى من لبن مبستر أو مصفى أو مبستر ومصفى فى تدفئة اللبن اذا لزم ذلك وتركه تحت تأثير بكتريا حامض اللكتيك الموجودة أصلا فى اللبن أو المضافة اليه ، ويجبن اللبن باضافة القدر الكافى من الرنين ومعه قليل من كلوريد الكالسيوم النقى بنسبة لا تزيد على ٠٢ر٠٪ من وزن اللبن ، وتقطع الخثرة الى قطع صغيرة بحجم حبة القمح ، وتقلب القطع على فترات لمدة نصف ساعة وبعدها تترك لتسكن ، ثم ترفع درجة الحرارة الى ١٢٦°ف فهرنهيت ويستمر فى التقليب حتى تتماسك الخثرة مع مراعاة عدم تجاوز الحموضة فى الشرش عند هذه المرحلة ١٣ر٠٪ محسوبة فى صورة حامض لكتيك ، ويلى ذلك كبس الخثرة فى قوالب بالشكل المرغوب وبدرجة التماسك المرغوبة ٠ وتملح الجبن بنقعها فى محلول ملحى مشبع لمدة ثلاثة أيام ، بعدها تسوى لمدة خمسة الى عشرة أيام على درجة ٥٠ الى ٦٠° فهرنهيت ثم لمدة ٢٠ ــ ٢٥ يوما على درجة ٧٥° فهرنهيت أو حتى تظهر العيون ٠ ويضاف أثناء التسوية كمية من ملح الطعام الجاف أو محلوله على سطح الجبن ٠ وتخزن الجبن على درجة حرارة أقل نوعا حتى تتم تسويتها ، وتستغرق مدة التسوية حوالى ٦ ــ ١٢ أسبوعا ، ويفضل ألا تقل المدة عن شهرين ٠ وفى حالة عدم ظهور العيون يطلق على الجبن السويسرى اللفظ blind ٠

وجبن الجريير يشبه الجبن السويسرى فى كل الوجوه فيما عدا النكهة والقوام ، فنكهتها تشبه الى حد كبير جبن الليمبرجر ، وتتكون هذه النكهة بفعل بعض الأحياء الدقيقة التى تنمو على السطح ، أما قوام الجبن الجريير فأكثر نعومة وأصغر عيونا من الجبن السويسرى ٠ ونسبة الرطوبة فى جبن الجريير لا تتجاوز ٣٩٪ ونسبة الدهن لا تقل عن ٤٥٪ ومدة التسوية لا تقل عن ثلاثة أشهر ٠ وتصنع الجبن الجريير من لبن كامل

او لبن منزوع منه جزء من الدهن ، بطريقة مماثلة لطريقة صناعة الجبن السويسرى مع تمليح السطح أثناء حفظ الجبن على درجـــة ٤٨ ـ ٥٥٤ فهرنهيت لمدة بضعة أيام ، وتنقع الجبن لمدة يوم واحد فى محلول ملحى مشبع ، ثم تحفظ لمدة ثلاثة أسابيع مع استمرار مسح الحافة كل يومين بقطعة مبللة بالمحلول brine cloth للمساعدة على نمو عوامل التسوية على الحواف ، ويلى ذلك نقل الجبن الى غرفة التدفئة وترفع درجة الحرارة تدريجيا حتى تصل الى ٥٦٥ فهرنهيت فى جو رطوبته النسبية ٨٥ ـ ٩٠٪ وتترك الجبن فى هذه الغرفة بضعة أسابيع لتتكون الثقوب المعروفة باسم العيون ، وتخزن الجبن بعد ذلك على درجة حرارة أقل من سابقتها لاتمام التسوية ٠

وجبن الادام يصنع من لبن بقرى منزوع منه بعض القشـــدة ، ولذا فجوامده تحتوى على نسبة من الدهن لا تقل عن ٤٠٪ ، ورطوبة الجبن لا تزيد على ٤٥٪ ، وعادة تغطى كرات أو قوالب جبن الادام بطبقـــة من البارافين ملونة باللون الأحمر ٠ وتتلخص طريقة صـــناعة جبن الادام فى تدفئة أو بسترة اللبن ثم تركه تحت تأثير بكتريا حامض اللكتيك الموجودة أصلا فى اللبن أو المضافة اليه ، وقد تضاف موادم ملونة صناعية غير ضارة كما قد يضاف كلوريد كالسيوم نقى بنسبة لا تتجاوز ٠٫٢٪ ، ويجبن اللبن باضافة القدر الكافى من الرنين وبعدها تقطع الخثرة الى مكعبـــات بأبعاد ثلاثة أثمان البوصة ، وتقلب المكعبات وتسخن الى درجـــــة ٥٩٠ فهرنهيت تقريبا ، ويستمر فى التقليب والتســـخين والتخفيف بالماء أو بمحلول ملحى أو التمليح لتنظيم انفصال الخثرة عن الشرش ، ويلى ذلك نقل الخثرة الى القوالب وتركها لتصفية الشرش مع مراعـــاة نزع الخثرة وتمليحها أثناء عملية التصفية اذا لم تكن الخثرة ستملح أثناء التسوية أو أثناء احدى مراحل التصنيع ٠ وأخيرا تسوى الجبن تحت ظروف محددة لمدة لا تقل عن شهرين لجبن الادام المصنوع من لبن خام ٠

وجبن الجودا يماثل جبن الادام فى طريقة صناعته ومدة تسويتـــه

وطبيعة خاماته ونسبتي الرطوبة والدهن به ، وقد تغطى جبن الجودا أيضا بالبارافين الأحمر اللون فى بعض الأحيان ، ويختلف شكل قطع الجبن الجودا المعروضة للاستهلاك عن شكل كور أو قوالب الجبن الادام عادة ٠

وجبن البريك Brick يماثل فى نكهته جبن الليمبرجر لحد ما ولكن بدرجة أضعف ، وتتوقف قوة النكهة على مدة تعريض الجبن للأحياء الدقيقة المسببة لهذه النكهة . ويصنع الجبن البريك من لبن كامل ، فيصفى اللبن أو يبستر أو يصفى ويبستر ، ويسخن الى درجة ٨٨° فهرنهيت تقريبا ويترك تحت تأثير بكتريا حامض اللكتيك الموجودة أصلا أو المضافة للبن ، وتضاف مادة ملونة غير ضارة اذا كان ذلك مرغوبا . وتضاف كمية كافية من الرنين لتجبين اللبن ، وقد يضاف مع الرنين قليل من كلوريد الكلسيوم النقى بنسبة لا تتجاوز ٠٫٠٢٪ ثم تقطع الخثرة الى مكعبات أبعادها ثلاثة أثمان البوصة ، وتقلب القطع وترفع درجة حرارتها تدريجيا الى ٩٦° فهرنهيت مع استمرار التقليب حتى تتماسك الخثرة تماما ، ثم يزال جزء من الشرش ويضاف بدلا منه ماء أو محلول ملحى لتعديل الحموضة ، ويلى ذلك نقل الخثرة الى القوالب وتصفية الشرش مع مراعاة الضغط على الخثرة وقلبها على الوجه الآخر أثناء التصفية ، وبعد اتمام التصفية تملح الخثرة ويضاف على سطحها عوامل التسوية المناسبة وتترك ٠ ولا تتجاوز نسبة الرطوبة فى هذا الجبن ٤٤٪ كما أن نسبة دهن اللبن فى الجوامد الكلية تبلغ ٥٠٪ .

وجبن مونستر يصنع من لبن كامل مبستر بنفس طريقة صناعة جبن البريك فيما عدا تنشيط نمو الأحياء الدقيقة المكسبة للنكهة على السطح ، ولذا فهى لا تخزن لمدة الشهرين ٠ وقد يدهك السطح بزيت نباتى ٠ وتشكل جبن المونستر عادة فى شكل أسطوانى ، ورطوبتها لا تزيد على ٤٤٪ ودهنها حوالى ٥٠٪ من الجوامد الكلية ٠

وجبن البروفولون الذى يعرف أحيانا باسم باستافيلاتا يصنع

بأشكال وأحجام متفاوتة ، ولذا يطلق على هذه الأشكال أسماء متعددة منها provoletti ، salami ، salamini ، provolontini ، provolocini cacciacavallo ، oranoini ، mandarini ، boccini ، gravaese scamorze ، monteche .

ويصنع هذا الجبن من لبن خام أو مبستر بطريقة مماثلة لطريقة صناعة جبن الشيدر حتى يتحصل على الخثرة وتقطع ، ثم تغمس قطع الخثرة فى ماء ساخن وتعجن وتمط حتى ينعم قوامها وتخلو من التكتلات ، وبعدها تقطع الخثرة وتشكل بالأشكال والأحجام المرغوبة مع مراعاة المحافظة على دفء الخثرة لتظل متماسكة وناعمة السطح ، ويلى ذلك غمس قطع الجبن فى ماء بارد لتتماسك ، وتملح القطع بمحلول ملحى وتجفف وتدخن عادة بدخان الخشب الصلب Hardwood ، وتغطى قطع الجبن بالبارافين أو بشمع آخر وتترك بعض الوقت للتسوية . وعادة يفقد قدر ملموس من الدهن فى الشرش أثناء صناعة جبن البروفولون ، ويجب الا تقل نسبة الدهن فى الجوامد عن ٤٥٪ وألا تزيد نسبة الرطوبة عن ٤٥٪ .

-جبن رومانو romano الجاف الذى يعرف أحيانا باسم Incanestrato أو Toscano أو Sardo كان يسمى باسم pecorino Romano عندما يصنع من لبن الغنم وباسم vaccino Romano عندما يصنع من لبن بقرى وباسم caprino Romano اذا صنع من لبن الماعز . وتتلخص طريقة الصناعة فى تدفئة اللبن أو بسترته وتركه تحت تأثير بكتريا حامض اللكتيك الموجودة أصلا فى اللبن أو المضافة اليه ، وقد يضاف كلوريد كالسيوم نقى بنسبة لا تتجاوز ٠٫٠٢٪ من وزن اللبن وكذلك مادة ملونة صناعية ، ويجبن اللبن باضافة الرنين فى صورة انزيم أو عجينة أو مستخلص ، وتقطع الخثرة الى قطع صغيرة بحجم حبة الذرة ، وتسخن القطع الى درجة ١٢٠° فهرنهيت مع استمرار التقليب أثناء التسخين ، ثم تترك الخثرة هادئة بعض الوقت لتترسب وبعدها تنزع من الاناء وتصفى قليلا وتكبس وتملح بغمسها فى محلول ملحى لمدة ٢٤ ساعة ـ بعدها ترفع من المحلول الملحى ويجفف سطحها وتدهك بالملح بضع مرات مع الغسيل

بالتناوب ، وقد تثقب الجبن بوخزها بالابرة المعدنية ، وأخيرا تسوى الجبن وهى جافة لمدة خمسة شهور أو أكثر مع مراعاة قلبها رأسا على عقب ومسحها على فترات ، وقد يدهك السطح بزيت نباتى ٠ وهذا الجبن محبب القوام ورطوبته لاتزيد على ٣٤ ٪ ودهنه لا يقل عن ٣٨ ٪ من الجوامد الكلية ٠ وغالبا يزال جزء من دهن اللبن البقرى المستخدم فى صناعة هذا الجبن ٠

وجبن أسياجو Asiago الطازج والمتوسط والقديم شبيه بجبن الرومانو ويصنع بتدفئة او بسترة اللبن وتركه تحت تأثير بكتريا حامض اللكتيك الموجودة أصلا فى اللبن أو المضافة اليه ، واضافة كلوريد كالسيوم نقى بنسبة لا تتجاوز ٠٢ ر٠٪ من وزن اللبن اذا لزم ذلك ، وتجبين اللبن باضافة الرنين ، وتقطيع وتقليب وتسخين الخثرة لتنشيط انتاج حامض اللكتيك وتنظيم انفصال الشرش ، ورفع الخثرة المتماسكة من انائها بعد التخلص من الشرش ، وترك الخثرة وقتا قصيرا لاستكمال التصفية ، وكبس الخثرة وتمليحهـا بغمرها فى محلول ملحى ، وأخيرا تسوى الجبن لمدة شهرين فى الصنف الطازج أو ستة أشهر فى الصنف المتوسط أو سنة فى الصنف القديم على الأقل داخل غرفة جيدة التهوية مع مراعاة دهك السطح بزيت نباتى من وقت لآخر أثناء التسوية ٠ ويحتوى هذا الجبن على رطوبة لا تقل عن ٤٠٪ ولا تزيد على ٤٥٪ فى الصنف الطازج أو ٣٥٪ على الأكثر فى الصنف المتوسط أو ٣٢٪ فى الصنف القديم ٠ ونسبة الدهن فى الجوامد الكلية لا تقل عن ٤٥٪ فى الصنف المتوسط أو ٤٢٪ فى الصنف القديم أو ٥٠٪ فى الصنف الطازج ٠ وعادة يصنع الصنف الطازج من لبن كامل بينما الصنف المتوسط يصنع من لبن منزوع منه بعض القشدة واللبن القديم من لبن بعضه فرز ٠

وجبن بارميزان Parmesan أو رجيانو Reggiano الجاف ذو القوام المحبب يصنع من بقرى منزوع منه قليل من القشدة . وتتلخص

طريقة الصناعة فى تدفئة أو بسترة اللبن وتركه تحت تأثير بكتريا حامض اللكتيك الموجودة أصلا فى اللبن أو المضافة اليه، واضافة كلوريد كالسيوم نقى بنسبة لا تتجاوز ٠٫٠٢ ٪ اذا لزم ذلك ، واضافة مادة ملونة صناعية غير ضارة اذا أريد ذلك ، وتجبين اللبن باضافة القدر الكافى من الرنين ، وتقطيع الخثرة الى قطع بحجم حبة القمح ، وتسخين القطع الى درجة ١١٥ ـ ١٢٥° فهرنهيت مع التقليب أثناء التسخين ، وترك الخثرة هادئة بعض الوقت ثم نزعها وتصفيتها قليلا وكبسها وتمليحها بالملح الجاف أو بالنقع فى محلول ملحى ، وتسوية الجبن فى غرفة باردة مهواة لمدة ١٤ـ٢٤ شهرا ، وقد تغطى الحافة أو تلون .

وجبن سابساجو Sapsago الجاف يحتوى على مسحوق نبات clover الجاف ولونه اخضر باهت ويصنع من لبن فرز بقرى حمضى . فيغلى اللبن مع تقليبه أثناء التسخين ، ويضاف اليه قليل من اللبن الخيض butter milk أحيانا . ويضاف كمية من الشرش الحمضى لاكساب الخثرة درجة التماسك المرغوبة . وتوزع الخثرة فى علب ويصفى الشرش أثناء الكبس . وتترك الجبن لتجف أثناء فترة التسوية التى قد تتجاوز خمسة أسابيع بعدها تطحن الجبن الجاف ويضاف لكل مائة جزء منها خمسة اجزاء ملح طعام وخمسة وعشرون جزءا مسحوق مجفف Melilotus coerulea واخيرا تشكل الجبن بالأشكال المرغوبة وتسوى لمدة خمسة شهور على الاقل . وهذا الجبن لا تتجاوز رطوبته ٣٨٪ أما نسبة الدهن به فمنخفضة .

وجبن الكاممبرت Camembert اللين المسوى يصنع من اللبن البقرى وينمو على سطحه فطر أبيض ، ويشبهه الى حد كبير الجبن الفرنسى المعروف باسم carre de l'est وأحيانا يظهر لون وردى على سطح هذا الجبن بتأثير نمو بعض الخمائر بجانب الفطر الأبيض .

وجبن الليمبرجر Limburger شبه اللين له رائحة وطعم مميزان يرجعان الى نشاط بعض الاحياء الدقيقة المستخدمة فى تسوية سطح

الجبن ، وتستغرق عملية التسوية ستين يوما على الأقل خصوصا اذا صنعت الجبن من لبن خام • وتتلخص طريقة الصناعة فى تدفئة اللبن الخام الى درجة ٩٢° فهرنهيت وتركه تحت تأثير بكتريا حامض اللكتيك ، واضافة كلوريد كالسيوم نقى اذا لزم ذلك ، وتجبين اللبن باضافة كمية كافية من الرنين ، وتقطيع الخثرة الى مكعبات بطول نصف بوصة ، وتقليب القطع وتسخينها بعد بضع دقائق لرفع درجة حرارتها الى ٩٦ ــ ٩٨° فهرنهيت ، وترك الخثرة هادئة ، وسحب معظم الشرش ، وكبس الخثرة أثناء تصفية الشرش اذا لزم ذلك،وقلب الخثرة رأسا على عقب على فترات متساوية ، وتقطيع الخثرة بالأحجام المطلوبة بعد اتمام تصفية الشرش ، وتمليح القطع تمليحا جافا على دفعات خلال ٢٤ ــ ٤٨ ساعة ، وتسوية الجبن مع تغطية السطح من حين لآخر بمحلول ملحى مخفف للحصول على النمو المناسب من الأحياء الدقيقة المستخدمة فى التسوية ، واذا كان اللبن مبسترا تعدل طريقة الصناعة قليلا فيدفأ اللبن لدرجة ٨٩ ــ ٩٠° فهرنهيت ويضاف اليه بكتريا حامض اللكتيك ، وقد يضاف كلوريد الكالسيوم النقى ، ويستمر فى العمل كالطريقة السابقة مع مراعاة التسخين لدرجة ٩٤° فهرنهيت بدلا من ٩٦ ــ ٩٨° وتعدل الحموضة الفعلية pH للجبن لتصبح ٤ر٨ باضافة محلول ملحى درجة حرارته ٦٦ ــ ٧٠° فهرنهيت ، وتوضع الخثرة والشرش والمحلول الملحى فى القوالب .ويستمر فى العمل • ولا تتجاوز رطوبة هذا الجبن ٥٠٪ كما أن نسبة الدهن فى الجوامد لا تقل عن ٥٠٪ •

والجبن بالقشدة cream cheese لين وغير مسوى ويصنع عادة من القشدة بمفردها أو مضافا اليها أحد أو بعض المنتجات اللبنية الأخرى كاللبن الكامل أو اللبن الفرز أو اللبن المركز أو اللبن الفرز المركز أو جوامد اللبن غير الدهنية الجافة • فيضاف بكتريا حامض اللكتيك بمفردها أو مع قليل من الرنين الى القشدة أو المخلوط ويترك اللبن للتجمع والحصول على خثرة قد تدفأ وقد تقلب ويصفى منها الشرش ، وقد تكبس الخثرة وتبرد وتشكل ويضاف اليها ملح الطعام ، أو قد تسخن مع اضافة

أو عـدم اضافة قشـدة أو بعض المنتجات اللبنية السابق ذكرها حتى يسيل القوام ثم تجنس الكتلة أو تمزج بطرق أخرى . وفى هذا الجبن يضاف أحيانا أحد أو بعض المكونات الأخرى المعروفة بأسماء الجيلاتين أو algin أو صمغ gum karaya ، gum tragacanth ، carob bean gum بشرط ألا تزيد نسبة المواد الصلبة الكلية فى الكمية المضافة عن ٥ر٠٪ من وزن جبن القشدة النهائى . ولا تزيد رطوبة هذا الجبن عن ٥٥٪ ولا تقل نسبة الدهن به عن ٣٣٪ . وقد تعوض كمية الماء فى حالة استخدام لبن مركز أو لبن فرز مركز أو لبن مجفف خال من الدسم .

وجبن نفشاتل Neufchatel لين وغير مسوى ويصنع من لبن كامل أو من خليط من القشدة ولبن فرز أو لبن كامل أو لبن مركز أو لبن مجفف خال من الدسم بطريقة مماثلة لطريقة صناعة جبن بالقشـــدة . وهذا الجبن لا تزيد رطوبته عن ٦٥٪ وتنحصر نسبة الدهن به بين ٢٠، ٣٣ ٪ .

وجبن الكوتاج Cottage لين وغير مسوى ، وتتلخص طريقة صناعته فى بسترة اللبن الفرز واضافة كلوريد كالسيوم نقى بنسبة ٠٢ر٠ ٪ على الأكثر اذا لزم ذلك ، واضافة بكتريا حامض اللكتيك بمفردها أو مع قليل من الرنين ، وترك اللبن ليتجبن ، وتصفية الشرش سـواء بعـد تقطيع أو تدفئة أو تقليب الخثرة أو بدون هذه العمليات ، وغسيل الخثرة واعادة تصفيتها اذا لزم ذلك ، وكبس الخثرة وتبريدها وتشكيلها واضافة الملح اليها اذا أريد ذلك . وقد يمزج جبن الكوتاج بالقشـدة المبسترة أو بمخلوط مبستر من قشدة ولبن كامل أو قشدة ولبن فرز أو قشدة ولبن كامل ولبن فرز . ولا تزيد رطوبة الجبن الكوتاج عادة عن ٨٠ ٪ .

والجبن المطبوخ cook cheese الذى يطلق عليه أحيانا اسم koch kaese عبارة عن جبن لين يصنع من خثرة جبن الكوتاج ويسوى عادة باضـافة فطر أبيض اليه ويصهر بالحرارة ويصب فى العبوات . وقد يضاف للجبن المنصـــهر قشـــدة أو ملح طعام أو بذور كراويا caraway أو مزيج من

بعض هذه المواد • وتتلخص طريقة صناعة الجبن المطبوخ بصفة عامة فى تعريض اللبن الفرز لنشاط بكتريا حامض اللكتيك الموجودة أصلا فى اللبن أو المضافة اليه ، واضافة فطر أبيض غير ضار اذا أريد ذلك ، وتجبين اللبن باضافة رنين بالمقدر الكافى ، واضافة كلوريد كالسيوم اذا لزم ذلك على ألا تزيد نسبته على ٠٫٠٢٪ ، وتقطيع وتسخين الخثرة لاسراع وتنظيم انفصال الخثرة عن الشرش ، وتصفية الشرش وتسوية الخثرة لمدة يومين أو ثلاثة ، وتسخين الخثرة لدرجة ١٨٠° فهرنهيت على الأقل حتى يصبح قوامها شبيها بقوام عسل النحل ، وتعبئة الجبن الساخن فى عبوات وتبريدها • وقد يستبدل كل اللبن الفرز المستخدم فى صناعة الجبن المطبوخ أو جزء منه بلبن فرز مركز أو لبن مجفف عديم الدسم أو خليط منهما مع تعويض الماء الذى فقد بالتركيز أو بالتجفيف •

وجبن الشرش whey cheese يصنع من الشرش المضاف أو غير المضاف اليه لبن كامل أو قشدة أو كلاهما • ويطلق على هذا الناتج لفظ الجبن الا أنه يختلف تماما عن جميع أنواع الجبن • ومن أسماء هـذا الناتج الشائعة مايسوست mysost وفلوتوست flotost وبريموست primost وريكوتا ricotta وجتوست gjetos t.

وجبن الفطر الأزرق Blue-Mold cheese يصنع من لبن البقر أو الغنم ويتميز بمظهر ورائحة ونكهة محددة • والفطر الأزرق الشائع استخدامه فى صناعة الجبن هو Penicillium roquefortii و Penicillium glaucum. وهذا الفطر هوالذى يكسب الجبن مظهره المميز وهو الذى يفرز انزيمات تؤثر فى دهن الجبن مما يكسب الجبن نكهته الخاصة •

والجبن الأزرق Blue cheese المعروف باسـم جبن الروكفور roquefort يصنع من لبن بقرى أو لبن غنم ، فيبستر اللبن اذا أريد ذلك ويعرض لتأثير بكتريا حمض اللكتيك الموجودة أصلا فى اللبن أو المضافة اليه ، ويجبن اللبن باضافة الرنين ، ويضاف كلوريد كالسيوم نقى اذا لزم ذلك ، وتقسم الخثرة الى اقسام وتترك فى الشرش بعض

الوقت الى أن تنقل الى قوالب وتترك لتصفية الشرش ، ويضاف للخثرة أثناء تحضيرها جراثيم الفطر بنسليوم جلوكم أو بنسليوم روكفورتى وتمزج بالخثرة جيدا ، وتملح الخثرة بالملح الجاف أو بمحلول ملحى أو بكليهما ، وتثقب قطع الخثرة المشكلة بأشكال معينة وتحفظ على درجة حرارة ودرجة رطوبة مناسبتين لتنشيط تكاثر الفطر فى الجبن وعادة يكون ذلك على درجة حرارة ٥٠° فهرنهيت ودرجة رطوبة ٩٥ ٪ ، وتسوى الجبن لمدة لا تقل عن ستين يوما لاظهار النكهة المرغوبة • وأحيانا يضاف الى اللبن قليل من الكلورفيل لتغطية لون الكاروتينات الأصفر اذا كان واضحا ، كما أنه يمكن فصل القشدة من اللبن وتبييضها باستخدام فوق أكسيد البنزويل benzoyl peroxide بنسبة لا تتجاوز ٠٠٠٢ر٠ ٪ من وزن اللبن بقصد تحسين لون الجبن حيث ان المستهلك يفضل اللون الأبيض على اللون الأصفر فى جبن الروكور • ولا تزيد رطوبة هذا الجبن على ٤٦ ٪ ولا تقل نسبة الدهن فى جوامده عن ٥٠ ٪ •

وجبن الجورجونزولا gorgonzola يختلف عن جبن الفطر الأزرق فى انخفاض رطوبته وكبر حجمه واحتوائه على فطر البنسليوم جلوكم بالذات دون البنسليوم ركفورتى • وهذا الجبن يصنع من لبن بقرى أو لبن ماعز أو منهما معا • ويسوى هذا الجبن لمدة لا تقل عن تسعين يوما • ونسبة الرطوبة فى الجبن لا تتجاوز ٤٢٪ كما أن نسبة الدهن فى الجوامد لا تقل عن ٥٠٪ • وهناك نوع من الجبن الروكفور يصنع من لبن الغنم ويسوى لمدة ستين يوما على الأقل وبه دهن لا يقل عن ٦٠ ٪ من وزن المادة الجافة وبه رطوبة لا تزيد على ٤٥ ٪ •

والجبن المعامل بالحرارة process cheese يصنع بتجزئة ومزج كميات من الجبن ذى النوع الواحد أو المتعدد الأنواع باستخدام الحرارة وباضافة أحد أو بعض مواد الاستحلاب الى أن تتكون كتلة متجانسة كالبلاستيك ، وقد يضاف لهذا الجبن ماء أو ملح طعام أو مادة ملونة صناعية غير ضارة أو توابل أو مواد مكسبة للنكهة أو قشدة بالقدر الذى

يرفع نسبة الدهن فى الجبن النهائى بما لا يزيد على خمسة فى المائة أو مادة حمضية مثل حامض اللكتيك أو الستريك أو الخليك أو الفوسفوريك أو خليط من هذه الأحماض بشرط ألا تنخفض الحموضة الفعلية pH فى الجبن النهائى عن ٣ر٥ ، وقد يضاف أكثر من مادة واحدة من هذه المواد الى الجبن ، ولا يستخدم فى صناعة هذا الجبن أى من جبن القشدة وجبن نفشاتل وجبن الكوتاج بالقشدة • والجبن المعامل المبستر pasteurized process cheese يعامل أثناء صناعته بالحرارة على درجة ١٥٠° فهرنهيت لمدة لا تتجاوز نصف دقيقة ، ولا تزيد رطوبته النهائية على ٤٠ ٪ فيما عدا الجبن المعامل المبستر السويسرى وجبن جريير المعامل المبستر فنسبة الرطوبة فيهما لا تتجاوز ٤٤ ٪ وجبن ليمبرجر المعامل المبستر الذى لاتزيد رطوبته على ٥١ ٪ ، ولا تقل نسبة الدهن فى الجوامد الكلية عن ٤٧ ٪ فيما عدا صنفى السويسرى والجريير فلا تقل نسبة الدهن فى جوامدهما عن ٤٣ ٪ ، ٤٥ ٪ على التوالى • ونسبة الرطوبة فى الجبن المعامل المبستر لا تتجاوز ٤٣٪ الا فى حالة صناعتها من أصناف جبن الشيدر أو كولبى أو المحبب حيث يصبح الحد الأقصى للرطوبة ٤٠ ٪ ، بينما فى مخلوط الجبن السويسرى والجريير لا تزيد الرطوبة عن ٤٤٪ • ونسبة الدهن فى الجوامد لا تقل عن ٤٧٪ الا فى حالة مخلوط الجبن السويسرى والجريير فلا تقل نسبة الدهن عن ٤٥ ٪ • ويشترط فى الجبن المعامل المبستر المصنوع من نوعين من الجبن ألا تقل نسبة كل نوع به عن ٢٥ ٪ من مجموع وزن النوعين المستعملين ، وتنخفض هذه النسبة الى ١٠ ٪ فى حالة جبن الروكفور وجبن الفطر الأزرق وجبن الجورجونزولا ، والى ٥ ٪ فى حالة جبن الليمبرجر • واذا صنع الجبن المعامل المبستر من ثلاثة أنواع أو أكثر من الجبن وجب ألا تقل نسبة كل نوع فيه عن ١٥ ٪ من مجموع أوزان الأنواع كلها ، وتنخفض هذه النسبة الى ٥ ٪ فى حالة جبن الفطر الأزرق وجبن الروكفور وجبن الجورجونزولا ، أو الى ٣ ٪ فى حالة جبن الليمبرجر • وقد يدخن الجبن المعامل المبستر ، أو تدخن أنواع الجبن الداخلة فى صناعته قبل تجزئتها وخلطها ، أو يضاف اليه مستحضرات تكثيف وترسيب دخان الخشب • ومواد الاستحلاب المستخدمة فى صناعة

الجبن المعامل المبستر هى أحد أو بعض المواد التالية : فوسفات أحادى الصوديوم ، فوسفات ثنائى الصوديوم ، فوسفات ثنائى البوتاسيوم ، فوسفات ثلاثى الصوديوم ، ميتا فوسفات الصوديوم ، جير وفوسفات الصوديوم الحامضية ، بيروفوسفات الصوديوم الرباعية ، سترات الصوديوم ، سترات البوتاسيوم ، سترات الكالسيوم ، طرطرات الصوديوم ، طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم . والجبن المخلوط المبستر pasteurized blended cheese يصنع بخلط بعض الأنواع ببعضها ولا تزيد رطوبته عن المتوسط الحسابى لنسبة الرطوبة فى أنواع الجبن المستخدم فى صناعته ، وعندما يضاف اللبن أو بعض منتجاته الى الجبن المعامل المبستر يعرف الناتج باسم pasteurized process cheese food وهذه الاضافة يقصد بها تحسين القيمة الغذائية وطعم الجبن المعامل ، وقد يضاف أيضا ملح الطعام أو السكر أو المواد الملونة الصناعية ، ويجب ألا تقل نسبة الجبن فى هذا الناتج عن ٥١ ٪ ، ولا تزيد رطوبته عن ٤٤ ٪ ولا يقل دهنه عن ٢٣ ٪ ، كما أن نسبة كل نوع من نوعى الجبن المستخدمين فى صناعة غذاء جبن معامل مبستر لا تقل عن ٢٥ ٪ من الوزن الكلى لمخلوط النوعين ، وتنخفض هذه النسبة الى ١٠٪ فى حالة أنواع جبن الفطر الأزرق وجبن الروكفور وجبن الجورجونزولا وجبن الليمبرجر ، أما فى حالة استخدام ثلاثة أنواع فأكثر فيكون الحد الأدنى لنسبة كل نوع هو ١٥ ٪ وتنخفض النسبة الى ٥ ٪ فى حالة استخدام جبن الفطر الأزرق أو الروكفور أو الجورجونزولا أو الليمبرجر . وقد تضاف الفاكهة أو الخضروات أو اللحوم المطهوة الى هذا الناتج الأخير ، وفى هذه الحالة يجب ألا تقل نسبة دهن اللبن فى الناتج عن ٢٢ ٪ ونسبة اللحم المضاف عن ١٠ ٪ . وقد ترفع نسبة الرطوبة فى هذا الناتج عن ٤٤ ٪ بحيث لا تتجاوز ٦٠ ٪ للحصول على ناتج أسهل انتشارا يعرف باسم pasteurized process cheese spread وهو يحتوى على نسبة من الجبن لا تقل عن ٥١ ٪ من وزنه ، كما أن نسبة دهن اللبن به لا تقل عن ٢٠ ٪ .

اللبن الفرز :

بازالة جزء كبير من دهن اللبن الكامل ينتج اللبن الفرز skim milk المحتوى على نسبة من الدهن تقل عن ٢٥ر٣ ٪ ، وقد تنخفض النسبة الى او ٠٪ • وينتج اللبن الفرز فى عملية فصل القشـدة ، وأحيـانا يطلق على اللبن الترقيد الاسم skim milk اذا نزعت منه القشدة بطريق الطفو بعد ترك اللبن هادئا بعض الوقت ، اما فى حالة فصل القشـدة بقوة الطرد المركزى فيطلق على اللبن الفرز الناتج الاسم separated milk . ويتكون اللبن الفرز عموما من ٢ر٠٪ دهن ، ٥ر٣٪ بروتين ، ٠ر٥٪ لكتوز ، ٨ر٠٪ رماد ، ٥ر٩٪ جوامد كلية ، ٥ر٩٠٪ ماء • وترتفع نسبة الدهن فى اللبن الترقيد الذى فصلت منه القشدة يدويا •

اللبن الخض :

فى انتاج الزبد بالخض يتخلف اللبن الخض buttermilk وهذا اللبن يحتوى على جميع مكونات اللبن الكامل سوى الانخفاض فى الدهن ، كمـا أن تركيبه يماثل تركيب اللبن الفرز الى حد كبير ، فهو يحتوى على ٥ر٠ ٪ دهن ، ٠ر٣٪ بروتين ، ٣ر٥ ٪ لكتوز ، ٧ر٠ ٪ رماد ، ٥ر٩٪ جوامد كلية، ٥ر٩٠ ٪ ماء • وأحيانا يضاف الماء الى مسحوق اللبن الفرز ويلقح اللبن الفرز الناتج ببادىء من الاستروبتوكوكس لاكتس streptococcus lactis ويسمى هذا اللبن cultured buttermilk الذى يضاف اليه عادة ملح الطعام بنسبة ٢ ــ ٤ أوقيـات لكل عشرة جالونات لبن فرز لتحسين نكهتـه وقوامه • وعادة يبستر اللبن الخض الناتج عن خض القشدة الطازجة على درجة ١٨٥° فهرنهيت لمدة نصف ساعة لرفع للزوجة الى حدها الأقصى ، وبعدها يبرد اللبن الخض ويلقح ويترك فترة التحضين البـالغة ١٢ ــ ١٥ ساعة بعدها يبرد الى درجة ٥٤٠ فهرنهيت ويخزن على درجة ٥٣٣° وانسب درجات الحموضة التى تحقق ثبات هذا اللبن الخض وقلة انفصال الشرش منه هى ٨٧ر٠ ــ ٩٣ر ٠ ٪

وقد يركز اللبن الخض بالحرارة تحت ضغط منخفض للحصول على اللبن الخض المكثف condensed butter milk ٠

اللبن المتخمر :

يخمر اللبن أحيانا كوسيلة من وسائل حفظه ، وأشهر ميكروبات تخمير اللبن هي اللاكتوباسيلس بولجاريكس Lactobacillus bulgaricus ويعتبر اللبن الخض لبنا متخمرا ، وكذلك مشروب الكفير Kefir ومشروب الكوميس Koumiss الحمضيين الكحوليين ، واليوغورت Yogurt الحمضي المحتوى على قليل من الكحول، واللبن الزبادى Indian Dadhi Leban Sardinain Gioddu والناتج المتخمر المسمى Acidophilus milk المصنوع باضافة بكتريا لاكتوباسيلس أسيدوفيلس L. acidophilus باحتراس الى اللبن ٠

ويتضح تركيب اللبن المخمر مما يلي :

اللبن المخمر	النسبة المئوية						
	دهن	بروتين	لكتوز	رماد	حمض لكتيك	كحول	ماء
كفير بعد ٢ يوم	٦ر٣	١ر٣	٧ر٣	٦ر٠	٧ر٠	٢ر٠	—
كفير بعد ٤ يوم	٦ر٣	١ر٣	٢ر٢	٦ر٠	٨ر٠	٨ر٠	—
كفير بعد ٦ يوم	٦ر٣	١ر٣	٧ر١	٦ر٠	٩ر٠	١ر١	—
كوميس بعد يوم	٢ر١	٠ر٢	٦ر١	٣٥ر٠	٨ر٠	٧ر٢	٤ر٩١
كوميس بعد ٨ يوم	١ر١	٨ر١	٥ر٠	٣٥ر٠	١ر١	٩ر٢	١ر٩٢
كوميس بعد ٢٢ يوم	٣ر١	٨ر١	٢٣ر٠	٣٥ر٠	٣ر١	٠ر٣	١ر٩٢

الشرش :

ينفصل السيرم serum بعد تجبين اللبن ويعرف باسم الشرش whey ، ويقدر وزن الشرش بحوالى ٩٠٪ من وزن اللبن المستخدم فى صناعة الجبن الشيدر ، وهو يتكون من ٠ر٣٪ دهن ، ١٪ بروتين ، ٥ر١ ٪ لكتوز ، ٦ر٠ ٪ رماد ، ٧ ٪ جوامد كلية ، ٩٣ ٪ ماء ، الا أن هذا التركيب يختلف باختلاف أنواع الجبن التى ينفصل فى صناعتها • ويستخدم الشرش فى صناعة بعض المنتجات الأخرى مثل سكر اللكتوز ، وزبد الشرش whey butter الذى يفصل بامرار الشرش فى الفواز ثم التعادل والتسوية والخض للقشدة الناتجة ، والجبن الذى يصنع بتجبين بروتينات الشرش بالحامض والحرارة وفصل الخثرة وكبسها للحصول على جبن الزيجر أو الريكوتا Ziger or Ricotta وقد تركز الشرش بالغليان للحصول على كتلة من الجبن تسمى بريموست Primost أو ميسوست Mysost ، ومسحوق الشرش المحتوى على ٩٥ — ٥ر٩٨ ٪ جوامد كلية ، والشرش المكثف المحتوى على ٥٢ ٪ جوامد كلية •

منتجات الألبان المجففة :

يجفف اللبن الكامل واللبن الفرز واللبن الخض والشرش والقشدة للحصول على مسحوق powder ، ويجرى التجفيف بمجففات الرذاذ أو المجففات الأسطوانية ، والشائع هو تجفيف اللبن الكامل بمجففات الرذاذ بينما اللبن الخض يجفف فى المجففات الأسطوانية • ويتضح تركيب هذه المنتجات المجففة مما يلى ، ولا تزيد رطوبة اللبن الفرز المجفف عن ٥٪ ورطوبة اللبن الكامل المجفف عن ٥٪ ولا تقل نسبة الدهن فى اللبن الكامل المجفف عن ٢٦ ٪ :

اللبن المجفف	النســــبة المئـــوية					
	دهن	بروتين	لكتوز	رماد	جوامد كلية	ماء
لبن كامل مجفف	٢٦ر٧	٢٥ر٨	٣٨ر٠	٦ر٠	٩٦ر٥	٣ر٥
لبن فرز مجفف	١ر٠	٣٥ر٦	٥٢ر٠	٧ر٩	٩٦ر٥	٣ر٥
قشــدة مجففة	٦٥ر١	١٣ر٤	١٧ر٩	٢ر٩	٩٩ر٣	٠ر٧
لبن خض مجفف	٥ر٩	٣٨ر٧	٣٩ر٩	٧ر٧	٩٨ر١	١ر٩
لبن بالمولت مجفف	٨ر٥	١٤ر٦	٧٠ر٧	٣ر٦	٩٧ر٤	٢ر٦

مسحوق لبن المولت :

يحضر هذا المسحوق بمزج اللبن الكامل بمستخلص مولت الشعير ودقيق القمح واضافة كلوريد صـــــوديوم أو بيــكربونات صوديوم أو بيكربونات بوتاســـيوم اذا لزم لضـــمان نشــاط انزيمات مستخلص المولت ، ثم التجفيف لخفض نسبة الرطوبة الى ٣ر٥ ٪ على الأكثر ، مع الاحتفاظ بدهن اللبن فى حدود ٧ر٥ ٪ على الأقل ٠

اللبن المضاف اليه زيت أو دهن مخالف :

عندما يضاف زيت أو دهن بخلاف اللبن يسمى اللبن **Filled milk** وهذا اللبن قد يركز أو يكثف أو يبخر أو يجفف ٠ وتعتبر اضافة الزيت المعدنى للبن وسيلة من وسائل الغش ٠

اللبن المزيف (التقليد) :

يعتبر لبن فول الصويا لبنا غير حقيقى **Imitation milk** ، وهو يصـــنع بغليان الحبوب وتحويلها الى عجينـــــة بالضرب وتعليق البروتين النباتى فى الماء للحصول على سائل يشبه اللبن فى كثير من صفاته ٠

مشروب اللبن :

يضاف للبن الكامل أو للبن الفرز عسل أو بعض المواد ذات النكهة المميزة كالشيكولاته والسكر للحصول على مشروب مناسب Milk beverage

قواعد انتاج اللبن الصحى :

أشهر أبقار اللبن هى الجرسى Jerseys والجرنسى Guernseys والهولشتين Holsteins والأيرشير Ayrshires ، ويلاحظ أن كمية اللبن التى يدرها الجرسى والجرنسى أقل مما يدرها الهولشتين والآيرشير ، الا أن نسبة الدهن فى لبن الأولى والثانية تكون أقل منها في لبن الهولشتين والايرشير • ولانتاج اللبن تحت ظروف صحية يلزم العناية بالمعدات والحظائر وبصحة الحيوانات وبتنظيف الأدوات وبتبريد اللبن •

فالحظائر يعتنى باضاءتها ونظافتها وتهويتها بقصد المحافظة على صحة الحيوانات • ويفضل تغطية الأرضية التى يقف عليها الحيوانات بالأسمنت لتسهيل تصريف البول والمياه وتحقيق النظافة ، وينصح بتخصيص غرفة قريبة للحليب ، تزود بالاضاءة ووسائل التبريد والمياه النقية اللازمة لغسيل الضرع وتطهير الأدوات ، ويراعى التخلص من الروث والفضلات بطريقة صحية •

ويعتنى بصحة الحيوانات لتحاشى انتقال الأمراض المعدية منها الى الانسان عن طريق اللبن ، مثل مرض السل • وهـذا يستلزم توقيع الكشف الطبى على الحيوانات مرة فى كل عام على الأقل ، خصوصا فى الجهات التى يسمح فيها قانونا بتداول اللبن الخام غير المبستر •

ويراعى نظافة الأدوات لمنع تلوث اللبن بالميكروبات ، ولذا تغسل الأوانى بالماء البارد عقب استخدامها مباشرة ثم يعاد الغسيل بمسحوق قلوى دافىء لازالة بقايا الدهن وبعدها يعاد الغسيل بماء دافىء ، وأخيرا تعقم الأوانى بتعريضها للبخار أو للماء الساخن على درجة ١٨٠° فهرنهيت

لمدة دقيقتين • وفى حالة اســتخدام ماكينات الحليب تنظف هذه الآلات بامرار حوالى أربعـة جالونات ماء بارد فيها عقب الحليب مباشرة ، وتفك الماكينة لتنظيف أجزائها بالفرشة والماء الدافىء المحتوى على قدر من مادة منظفة ، ويعاد تركيب الماكينة ويمرر فيها كمية من الماء الساخن ، ثم تعقم الماكينة بامرار عدة جالونات من الماء المسخن لدرجة ١٨٠° فهرنهيت خلال الماكينة أو بغمر أجزاء الماكينة التى تلامس اللبن فى محلول صودا كاوية تركيزه ٤ر٪ على الأقل أو بالغسيل الجيد بمحلول تركيز الكلور به ٢٠٠ جزء فى المليون على الأقل • وتحفــــظ الماكينة جافة حتى يحين وقت استخدامها فتغسل بماء بارد قبل الاســـــتعمال ، أو قد تخزن الأجزاء والأنابيب الكاوتشوك فى محلول كلور أو محلول قلوى •

ويبرد اللبن الى درجة ٦٠° فهرنهيت اذا طالت الفترة قبل تسليمه وذلك لتحاشى تكاثر البكتريا به ، ويفضل التبريد الميكانيكى على التبريد بالثلج أو بالماء البارد •

وينصح بفحص اللبن عند استلامه فى مراكز تجميع اللبن لعزل الكميات التى ترد ملوثة أو تالفة ، فيختبر اللبن من وجهـــــات الرائحة ودرجة الحرارة وعدد البكتريا ونسبة الدهن • ثم يوزن اللبن ويبرد الى درجة ٣٦ ــ ٤٠° فهرنهيت •

ميكروبات اللبن :

يعتبر عدد البكتريا فى اللبن دليلا على مدى نظافة طريقة الحليب ، ولذلك تراعى بعض الدول تحديد عدد البكتريا ضمن مواصفات اللبن • فالمعروف أن اللبن الخام به عدد قليل من البـــكتريا وهذا العدد يتزايد بسرعة بسبب ملاءمة بيئة اللبن لنمو وتكاثر الأحياء الدقيقة اذ أن اللبن هو الغذاء الطبيعى الذى يقرب من حد الكمال من وجهة القيمة الغذائية • وبكتريا اللبن قد تكون مرضية تسبب أمراضا للانسان كما أنها قد تتلف

كميات من اللبن فتسبب خسارة مادية . مثال ذلك بكتريا حامض اللكتيك التى تحول جزءا من سكر اللكتوز الى حامض لكتيك فترتفع حموضة اللبن الى الحد الذى قد يحدث عنده تجبن اللبن وحموضته وهو ٣ر٠ ــ ٤ر٠٪ . وبعض أنواع البكتريا تحلل بروتين اللبن فتفسد النكهة وتسبب التعفن. ويعلل ظهور الحالات المرضية فى الانسان نتيجة لشرب اللبن بانتقال الميكروبات من الحيوان المريض الى اللبن ومنه الى الانسان الذى يشرب اللبن الخام ، أو بانتقال الميكروب من انسان مصاب الى ضرع الحيوان ومنه الى اللبن حيث يتكاثر وينتقل الى الانسان ، ويتلوث اللبن بميكروبات مرضية أثناء تداوله ، وانتقال هذه الميكروبات الى الانسان . ومن أشهر الأمراض التى ينقلها اللبن الى الانسان مرض السل tuberculosis الذى يسببه الميكروب ميكوبكتريوم تيوبركيولوزيس Mycobacterium tuberculosis فينتقل الميكروب من الضرع المصاب بالسل أو من روث وبول الحيوان المصاب الى اللبن ومنه الى الأطفال . لذلك تحرص بعض الدول على اختبار تلوث اللبن المعد للاستهلاك الآدمى بميكروب السل قبل السماح بتداوله. ومن الميكروبات المرضية التى تنتقل للانسان عن طريق اللبن الميكروب بروسلا أبورتس Brucella abortus الذى يسبب للانسان حمى undulant fever ، والميكروب ستربتوكوكس بيوجينز Streptococcus pyogenes (hemolyticus) الذى ينتقل من انسان مريض الى جرح فى ضرع الحيوان حيث يتكاثر وينطلق فى اللبن ومنه الى الانسان فيصيبه بالحمى scarlet fever بتأثير السموم التى يفرزها أو يؤدى تكاثر الميكروب الى التهاب Septic Sore Throat والميكروب سالمونيلا تيفوزا Salmonella typhosa الذى يصل الى اللبن عن طريق الماء الملوث أو الثلج أو حاملى المرض ومنه ينتقل للانسان فيسبب ظهور أعراض حمى التيفود typhoid fever ، والميكروب ميكروكوكس بيوجينز Micrococcus pyogenes var. aureus الذى كان يعرف باسم ستافيلوكوكس أوريوس Staphylococcus aureus ينتقل من الحيوان الى اللبن ومنه الى الانسان فتظهر أعراض المرض gastroenteritis ،

والميكروب كورينباكتريوم دفتريا Corynebacterium diphtheriae ينتقل من الانسان المصاب الى اللبن ومنه الى الانســـان السليم فيصيبه بالدفتريا Diphtheria ٠

بسترة اللبن :

يبستر اللبن بتعريضه للقدر الكافى من الحرارة مدة كافية لقتل جميع الأحياء الدقيقة الضارة ٠ ويحدد الحد الأدنى لدرجات الحرارة ومدد التسخين الذى يلزم لابادة أكثر الميكروبات المرضية مقاومة للحرارة ، مع مراعاة زيادة هذا الحد بقدر ضئيل زيادة فى الاحتياط ، وكذلك مراعاة تأثير المعاملة الحرارية على نكهة ومظهر وحجم اللبن والقيمـــة الغذائية ٠ ويبستر اللبن بالطريقة البطيئة the holding method أو بالطريقة السريعـــة the high temperature, short-time method أو بالطريقة الخاطفة flash pasteurization ٠ ففى الطريقة البطيئة يسخن اللبن الى درجة ١٤٢ ـ ١٤٣° فهرنهيت ويستمر التسخين على هذه الدرجة لمدة نصف ساعة بعدها يبرد اللبن الى درجة ٥٠° فهرنهيت على الأقل ؛ أما الطريقة السريعة فتعنى تسخين اللبن الى درجة ١٦٠° فهرنهيت وابقاء اللبن على هذه الدرجة مدة نصف دقيقة بعدها يبرد اللبن الى درجة ٥٠° فهرنهيت ٠ وفى الطريقة الخاطفة يسخن اللبن الى درجة ١٦٠ ـ ١٦٥° فهرنهيت ويبرد مباشرة ٠ ويعتقد بعض الصناع أن طريقتى البسترة البطيئة والسريعة تفضلان طريقة البسترة الخاطفة ، وتتلخص خطوات البسترة البطيئة فى استلام وتجميع اللبن ، والتصفية ، والتسخين فى صهريج البسترة ، والتبريد ، والتخزين فى صهريج مزود بمقلبات ، والتعبئة ميكانيكيا ، والتخزين فى غرفة التبريد ٠

وفى الطريقـــة البطيئـــة يبستر اللبن بطريقـــة الوجبـــات batch-type pasteurizers أو بالطريقة المستمرة continuous ففى طريقة الوجبات أو الدفعات يوضع اللبن فى صـــهريج tank يسخن بأنابيب

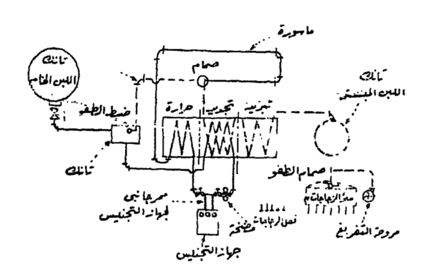
تمر حوله من الخارج أو بمسخنات تتحرك بداخله ويقلب اللبن أثناء تسخينه • ويجرى التسخين بالبخار أو بالماء الساخن الذى يمر فى الأنابيب • وبعد مضى ثلاثين دقيقة يبرد اللبن فى نفس الصهريج أو فى صهريج آخر • وعملية التقليب أثناء بسترة اللبن ذات أهمية بالغة • ويجب أن يزود صهريج البسترة بترمومترات وبأجهزة تسجيل درجة الحرارة ، كما يجب التأكد تماما من انقضاء المدة اللازمة للبسترة • وفى كثير من الحالات يمرر اللبن الخام فى أنابيب تسخين مؤدية الى صهريج البسترة حيث ترفع درجة حرارته الى الحد المطلوب ويترك المدة المناسبة• وطرق تسخين اللبن متعددة ، فقد يمرر اللبن فى أنابيب معدنية يحيط بها ماء ساخن ، أو يمرر اللبن على سطوح أنابيب يجرى بداخلها ماء ساخن surface heaters مع احاطة الأنابيب واللبن بغلاف معدنى أو زجاجى لمنع تلوث اللبن من الهواء والغبار ، أو يمرر اللبن على سطوح صفائح معدنية تسخن بمرور الماء الساخن على السطح المقابل لكل صفيحة plate-type heaters وهذه الصفائح تضم لبعضها بالضغط . وعقب انتهاء مدة التسخين المحددة يمرر اللبن فى مبردات سطحية مشابهة للمسخنات السابقة مع استعمال الماء العادى أو الأمونيا أو محلول ملحى فى التبريد ، وقد يكون جزء من المبرد يعمل بالماء بينما الجزء الآخر يعمل بالأمونيا أو بالمحلول الملحى . وهذه الطريقة تستلزم حرص العمال القائمين بها فى احتساب الوقت بالضبط •

وفى الطريقة البطيئة المستمرة تتحكم الأجهزة أوتوماتيكيا فى فتح وغلق صمامات دخول وخروج اللبن بمايحقق بقاء اللبن على درجة الحرارة المطلوبة المدة المحددة تماما • والشائع فى هذا النظام هو استخدام ٤ـ٨ صهاريج أو تقسيم الصهريج الواحد الكبير الى ٤ـ٨ أقسام ، وهذه الصهاريج جدرانها مزودة بمادة عازلة لمنع تسرب الحرارة ، ويضبط العمل بهذه الأجهزة بحيث يستمر تلقائيا فيبدأ ملء الصهريج الأخير فى الوقت الذى يكون فيه اللبن قد قضى ثلاثين دقيقة على درجة الحرارة المطلوبة فى

الصهريج الأول ويبدأ تفريغه • وعادة يسخن اللبن قبل دفعه في صهاريج البسترة •

وفي الطريقة السريعة يستخدم جهاز للبسترة عبارة عن سخان ومبرد وانبوبة معدنية ذات طول وقطر معينين يحددان على أساس الوقت الذى يستغرقه اللبن في المرور من بداية هذه الأنبوبة حتى نهـــايتها وقدره ١٥ ــ ١٦ ثانية عندما تقوم المضخة بدفعه بقوة وبسرعة ثابتتين محددتين• وتستلزم هذه الأجهزة استخدام صمام الراجع الأوتوماتيكى diversion valve الذى يســـمح بخروج اللبن بعد بلوغه درجة الحرارة المحددة وهى ١٦٠ ــ ١٦١° فهرنهيت بينما ينعكس وضعه ويمنع خروج اللبن عنـدما تنخفض درجة حرارة اللبن عن ١٦٠° فهرنهيت ولو بقدر ضئيل لايتجاوز نصف درجة ، كذلك تؤخذ احتياطات أخرى متعددة فى مثل هذه الأجهزة لضمان حسن سير العمل •

ويراعى دائما فى تصميم أجهزة بسترة اللبن أن يستفاد من حرارة اللبن المبستر فى تدفئة أو تسخين اللبن الخام المعد للبسترة ، وهذا ما يعبر عنه بتبـــادل الحـــرارة regeneration or heat exchange وهذا يتبعه انخفاض الجهد اللازم للتبريد بعد البســـترة ، ويؤدى هذا الاجراء الى خفض نفقات عمليات البسترة • وللاستفادة من التبادل الحرارى تغمر أنابيب اللبن المبستر الساخن فى اللبن الخام لتسخينه ، أو يمرر اللبن الساخن على أسطح صفائح معدنية ويمرر اللبن الخام على الأسطح المجابهة لها ، أو يمرر اللبن الساخن على أنابيب المياه وتستخدم هذه المياه الساخنة فى تدفئة اللبن الخام • ويراعى فى استخدام أجهزة البسترة عادة غمر بعض أجزائها فى محلول معقم قبل أو أثناء تركيبها (أ) ورش بعض الأجزاء الأخرى بمحلول معقم (ب) •

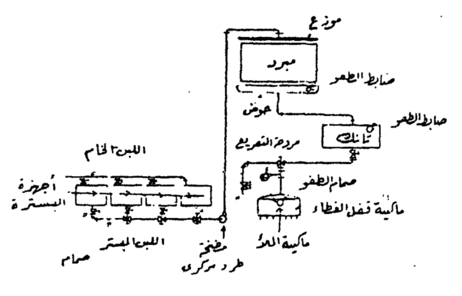


نظام البسترة السريعة

تعبئة اللبن :

يمرر اللبن من أجهزة التبريد الى ماكينات التعبئة مباشرة ، لكنه يفضل أن ينتقل اللبن المبستر المبرد الى صهريج التخزين surge or balance tank ومنه يمر الى ماكينات التعبئة لتحاشي حدوث الطفح وتوقف عملية البسترة والتبريد بأكملها عندما تتعطل ماكينات التعبئة ۰ وتجرى التعبئة تحت الضغط الجوى العادى أو تحت ضغط منخفض ۰

وتغسل الزجاجات يدويا أو تنقع فى محلول قوى به صودا كاوية داخل أجهزة النقع ثم تغسل بالرذاذ أو بالفرش وتعقم بمحلول الكلور ۰ ويلزم تحديد المدة المناسبة للنقع ودرجة حرارة وتركيز المحلول القلوى ، والشائع هو نقع الزجاجات فى محلول تركيزه ٣٪ صودا كاوية على درجة ١٣٥° فهرنهيت لمدة خمس دقائق ، مع مراعاة تعويض الانخفاض فى تركيز الصودا الكاوية أثناء النقع حيث أن بعضها يفقد مع الزجاجات التى بارحت حوض النقع وأن تركيز المحلول ينخفض بوجود ماء على الزجاجات المعدة للنقع متخلفا عن عملية الغسيل المبدئى السابقة لعملية النقع . وتزود أحواض النقع بترمومترات للتأكد من درجة الحرارة ۰



نظام البسترة بطريقة الوجبات

وتعقم الزجاجات المغسولة بتعريضـــها لرذاذ محلول الكلور الذى لا يقل تركيزه عن عشرة أجزاء فى المليون لمدة لاتقل عن عشر ثوان ، مع مراعاة تعويض الفقد فى تركيز الكلور بمرور الوقت • وينصح بتبريد الزجاجات عقب غسلها وتعقيمها لتحاشى رفع درجة حرارة اللبن أثناء تعبئته فيها •

ترشيح وترويق اللبن :

يصـــــفى اللبن عادة فى المزارع وفى مراكز تجميع اللبن ، وهذه التصفية straining لا تكفى لازالة بعض الرواسب الدقيقة وبعض المواد الغريبة من اللبن ، ولذا تزال هذه الأخيرة بعمليات الترشيح والترويق • شح اللبن قبل أو أثناء بسترته، وهذا أفضل من ترشيح اللبن الساخن عد بسترته منعا لاذابة بعض المواد الغريبة فى اللبن بتأثير الحرارة كما أن ترشيح اللبن البارد يسبب تهويته فيزيل جزءا من الروائح الغريبة ان وجدت • الا أنه لا يخفى أن الترشيح على البارد له عيوبه فهو يؤدى

الى احتجاز قليل من الدهن على قماش الترشيح فتبطىء عملية الترشـيح ويفقد جزء من دهن اللبن ، وهذا لايحدث فى حالة الترشيح على الساخن .
ويعتبر الترويق أو التنقية clarification أكثر كفاءة فى تنظيف اللبن من الترشيح filtration . ويروق اللبن بتعريضه لقوة الطرد المركزى لفصل الشوائب وينفصل معها جزء كبير من الخلايا الحفافية epithelial والكريات البيض leucocytes, التى تنتقل من الضرع الى اللبن أثناء الحليب وتزداد كميتها فى حالة الأبقار المسنة والمصابة بجروح فى ضروعها . وهذه الخلايا المنوه عنها تترسب عادة عند تجنيس اللبن مكونة راسـبا رمادى اللون يسىء الى مظهر اللبن ، والمعروف أن عملية الترشيح لاتفيد فى ازالة هذه الخلايا .

كيفية تجنيس وتدعيم اللبن :

يجنس اللبن بامراره خلال فتحات ضيقة تحت ضغط مرتفع يتجاوز ٢٠٠٠ رطل على البوصة المربعة ، ويفيد ذلك فى تصـغير حجم حبيبات الدهن فيزداد ثبات المستحلب ، بالاضافة الى فوائد التجنيس الثانوية وهى تحسين معامل هضم الخثرة وطعم اللبن . الا أن التجنيس يسبب نشاط انزيم الليبيز ويترتب على ذلك ظهور نكهة التزنخ بقلة فى اللبن . ولذلك فبسترة اللبن قبل أو بعد تجنيسه مباشرة توقف نشاط الانزيم وتقلل من حدوث التغير فى النكهة .

ويدعم اللبن بفيتامين D الذى يؤثر فى تكوين العظام بالاشتراك مع الفوسفور والكالسيوم ، ويجرى التدعيم بثلاث طرق : فى الأولى تغذى مواشى اللبن على أغذية مدعمة بكميات محددة من الخميرة الغنية بالفيتامين irradiated yeast وهذه الطريقة مرتفعة التكاليف مقارنة بالطريقتين الأخريين . وفى الطريقة الثـانية تسلط الاشـعة فوق البنفسـجية ultraviolet المنبعثة من قـوس الكربون carbon arc أو من مصباح بخار الزئبق والكوارتز quartz mercury vapor lamp على طبقة رقيقة من اللبن . وطريقة الاشعاع irradiation هذه تكسب اللبن فيتامين D

بمقدار ٤٠٠ وحدة دولية تقريبا فى كل ربع quart من اللبن • وعادة يعامل اللبن الخام بالأشعة قبل بسترته ، لأن البسترة لا تتلف فيتامين D • وفى الطريقة الثالثة يضاف للبن مستحضر فيتامين مركز مثل الارجو ستيرول المعامل بالأشعة أو زيت كبد الأسماك فى صورة معلق فى لبن مبخر أو زيت نباتى غذائى ، بنسبة ٤٠٠ وحدة دولية لكل ربع ، ويجرى ذلك قبل البسترة • وتمتاز هذه الطريقة بقلة تكاليفها وعدم الحاجة الى استخدام معدات خاصة •

الرقابة فى مصنع الألبان :

يلزم مراقبة كافة العمليات فى مصنع الألبان لتحقيق درجة الجودة المثلى ولضمان مطابقة اللبن للمواصفات الرسمية المحددة • وتبدأ الرقابة بتقدير نسبة الدهن والحموضة فى اللبن الخام قبل بسترته ، للتأكد من عدم انخفاض نسبة الدهن عن الحد المقرر وعدم ارتفاع نسبة الحموضة عن ١٨ر. ــ ٢٠ر. ٪ محسوبة فى صورة حامض لكتيك. ويجرى اختبار العدد الكلى للبكتريا bacterial counts للتأكد من كفاءة البسترة ونظافة المصنع وسلامة عمليات التداول ومطابقة اللبن للتشريعات الصحيحة • ويجرى عد البكتريا بطريقة الفحص الميكروسكوبى المباشر Breed method أو بالطريقة المعملية Standard Plate method ، والطريقة الأخيرة هى المناسبة لاختبار اللبن المبستر نظراً لأن طريقة الفحص الميكروسكوبى المباشر تبين الميكروبات التي لم تقتل فى عملية البسترة وكذلك الميكروبات التى قتلت ولكن لم تفن • ويعلل ارتفاع عدد البكتريا فى اللبن المبستر بارتفاع عددها فى اللبن الخام أصلا ، أو باحتواء اللبن الخام على بكتريا مقاومة للحرارة ، أو تلوث اللبن من أجهزة البسترة اذا لم تغسل وتعقم ، أو تلوث العبوات غير المغسولة غير المعقمة ، أو التلوث نتيجة لوجود تنفيس فى لحام العبوات ، أو عدم انتظام عملية البسترة طول المدة المحددة لها ، أو وجود كمية كبيرة من الرغاوى ، أو قصر مدة البسترة عن الحد المناسب ، أو انخفاض درجة حرارة البسترة عن الحد المناسب ، أو عدم تبريد اللبن

جيدا عقب بسترته ، أو عدم كفاية التبريد فى مخازن اللبن المعبأ • ومما يثير القلق فى عملية البسترة احتواء اللبن الخام على بكتريا تتحمل حرارة البسترة Thermoduric Bacteria وبكتريا تتكاثر على درجة الحرارة العالية Thermophilic Bacteria • ويمكن الاختبار لوجود مثل هذه البكتريا فى اللبن واجراء البسترة معمليا باستخدام حمام مائى ذى جدران معزولة وترموستات لتنظيم درجـــة الحرارة ومقلب لجعل حرارة الماء متجانسة وأنابيب اختبار وحامل أنابيب وترمومتر يوضع داخل احدى الأنابيب ، ويفضل وضع اللبن فى أنابيب معدنية مفتوحة من طرف واحد بدلا من الأنابيب الزجاجية وذلك لتسهيل توصيل الحرارة فى معدن الأنابيب • ويجب غمر الأنابيب فى ماء مثلج عقب البسترة مباشرة • والمعروف أن البكتريا المحبة للحرارة تؤدى الى فساد نكهة اللبن ولذا يجب التخلص منها • وهذه البكتريا تلوث اللبن الخام عادة فتنتقل اليه من التربة أو العليقة أو غير ذلك •

وتراقب عمليات غسيل وتعقيم المعدات والأدوات لمنع تلوث اللبن الذى يعتبر بيئة صالحة لنمو وتكاثر الاحياء الدقيقة • فيمرر الماء البارد أو الدافىء فى أجهزة البسترة عقب سحب اللبن منها مباشرة لازالة بقايا اللبن ومنع التصاقها بالجدران ، ثم تفك الأجزاء وتغسل جيدا بمحلول مطهر وبعده بالماء العادى ، وأخيرا تعقم الأجهزة بالبخار أو بالماء الساخن على درجة ١٨٠° فهرنهيت أو بمحلول الكلور المحتوى على مائة جزء كلور فى المليون على الأقل ، وترتفع نسبة الكلور الى ٢٥٠ جزء فى المليون فى المحلول المستخدم لرش السيارات وصهاريج التخزين •

ويعتنى بعملية غسيل الزجاجات بنقعها فى محلول صودا كاوية تركيزه ٢ ـ ٣ ٪ على درجة ١٣٥ ـ ١٥٠° فهرنهيت لمدة ٣ ـ ٧ دقائق ، وبعدها تغسل الزجاجات بالفرش أو بالرذاذات تحت ضغط لازالة بقايا المحلول القلوى ، ثم تعقم الزجاجات بمحلول الكلور بتركيز ١٥ جزءا فى المليون ، مع مراعاة دوام التـــأكد من تركيز الكلور فى محلوله وتركيز

القلوى في محلوله • أما العلب الصفيح فتغسل فى آلات الغسيل العادية أو الحلزونية باستخدام الماء أولا ثم محلول الغسيل المحتوى على فوسفات ثلاثى الصوديوم أو ميتاسليكات الصـــوديوم على ألا تزيد القلوية عن ٠٫٠٥٪ لمنع تآكل سطح العلب ، ويلى ذلك غسيل العلب بماء عادى ثم تعقيمها بالماء الساخن وبالبخار تحت ضغط مرتفع ، وتجفف العلب من الداخل بواسطة تيار من الهـــواء الساخن • ويمكن استبدال المحلول القلوى بمحلول حمضى لغسيل العلب •

ويجب مراقبة عملية البسترة بدقة ، ويمكن الحكم على كفاءة العملية باجراء اختبار الفوسفاتيز ، اذ أن هذا الانزيم يفقـــد نشاطه بتعريض اللبن لدرجة ١٤٣°ف فهرنهيت لمدة ثلاثين دقيقة • ويجرى هذا الاختبار بوضع كمية من اللبن مع مادة متفاعلة Substrate تحتوى على استر فينايل فوسفوريك ويترك المحلول فى المحضن على درجة حرارة جسم الانســان لفترة قصيرة ويضاف اليه دليل ، ففى حالة عدم فقد انزيم الفوسفاتيز لنشاطه ينطلق الفينول مكسـبا المحلول لونا أزرق نتيجة لاتحـــاده مع ٢ ، ٦ ــ داى بروموكينون كلوروا ميد 2,6-di-bromoquinonechloroimide وهذا الاختبار بالغ الحساسية ، فهو يبين اضافة اللبن الخام الى اللبن المبستر بنسبة ٠٫١٪ أو انخفاض درجة حرارة البسترة بمعدل درجتين أو قصر فترة تسخين اللبن بمقدار خمس دقائق •

طرق فصل القشدة :

بترك اللبن ساكنا فى الأوانى بعض الوقت ترتفع حبيبـات الدهن الى سطحه ويمكن كشط طبقة القشــدة cream السطحية يدويا بعد مضى الوقت المناسب • وهذه الطريقة اليدوية تعطى قشدة غير متجانسة وغير ثابتة الصفات ، كما أن كمية الدهن التى تتخلف فى اللبن الفرز تكون كبيرة نسبيا مقارنة بالطرق الآلية • وفى الطريقة الآلية يستخدم الفراز separator الذى به يضمن الحصول على قشدة مرتفعة اللزوجة غنية

بالدهن طازجة المذاق نكهتها تشبه نكهة النقل وحموضتها تتراوح بين ١٠ر٠ ، ١٢ر٠٪ ، وهذا يستلزم بالطبع استعمال لبن جيد الصفات ٠ فاللبن يوزن ويسخن الى درجة ٩٠ ـ ١٠٠ فهرنهيت بامراره على أسطح مسخنة أو بامرار أنابيب التسخين بداخله ، ويمرر فى الفراز ، ويجمع اللبن الفرز فى أوان ليستخدم فى صناعة منتجات أخرى مثل اللبن الفرز المكثف واللبن الفرز المجفف واللبن الخض والجبن القريش ، وتنقل القشدة الى صهريج البسترة حيث تبستر على درجة ١٤٥ ـ ١٥٠°ف فهرنهيت لمدة نصف ساعة بعدها تبرد القشدة بسرعة لخفض درجة حرارتها الى ٣٨ ـ ٤٠° فهرنهيت وذلك بامرارها على مبردات سطحية ، وأخيرا تعبأ القشدة فى عبوات بالحجم المناسب وتعتق لمدة ٢٤ ساعة تقريبا ٠ وقد انتشرت طريقة البسترة السريعة حاليا فى بسترة القشدة٠

طرق انتاج الزبد :

تفحص القشدة المعدة لصناعة الزبد من وجهات النكهة والحموضة والرائحة ووجود المواد الغريبة ٠ ويعتبر وجود هيفات الفطر فى الزبد دليلا على قذارة وتعفن القشدة المستخدمة فى صناعتها ٠ وتتحسن صفات الزبد الناتج باضافة ملح الطعام الى القشدة بنسبة ١٠ ـ ١٣٪ ، اذ أن الملح يقلل عدد الأحياء الدقيقة فى القشدة ويحدد أنواع الأحياء الدقيقة التى تنمو فيها ، فالملح يعوق تكاثر الخمائر والفطريات ويمنع نمو البكتريا المحللة للبروتينات proteolytic والدهون lipolytic ٠ ويلاحظ أن الملح المضاف للقشدة المخزنة فى علب أو أوان نحاسية يسبب تآكل القصدير والنحاس ، ولذا يفضل استخدام أوان مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ ٠

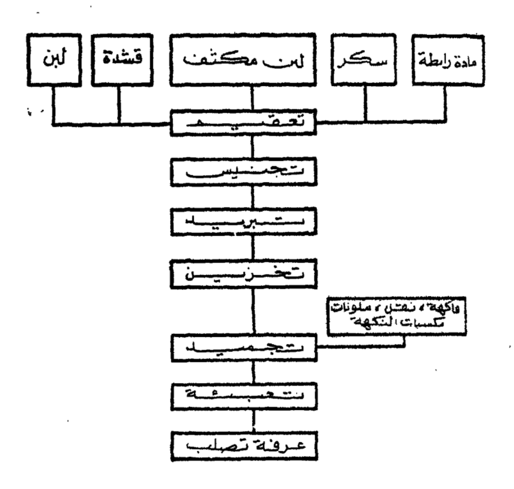
وتبدأ صناعة الزبد بوزن القشدة ومزجها ومعادلة حموضتها باضافة ملح قلوى مثل بيكربونات الصوديوم أو أكسيد المغنسيوم أو كربونات الكالسيوم ، ثم تبستر القشدة أو تعامل بالحرارة لاطالة فترة حفظ

الزبد التى ستنتج من هذه القشدة ، وتلقح القشدة ببادىء يحتوى على مجموعة أنواع من البكتريا المنتجة للحموضة وعوامل النكهة الطيارة ، وتسوى القشدة بتركها ثلاثة أو أربعة أيام على درجة ٥٧٠ فهرنهيت حتى تصل حموضتها الى ٣ر٠ ــ ٤ر٠٪ ، وتبرد القشدة ويضاف اليها قليل من مادة ملونة اذا لزم ذلك وتوضع فى جهاز الخض churn ، ويجمع اللبن الخض ، وتغسل بقايا الزبد فى الجهاز بالماء العادى ، ويضاف ملح اذا لزم ذلك وتمزج الزبد للحصـــول على القـــوام المناسب والرطوبة المناسبة ، وتقطع الزبد بالأوزان المطلوبة وتغلف وتعبأ ٠

المثلجات :

تعرض فى الأسواق أصناف متعددة من الجيلاتى تتفاوت فى نسب مكوناتها ، فقد يصــــل هذا التفاوت الى ٨ ــ ١٢٪ فى نسبة الدهن أو ١٤ ــ ١٦٪ فى نسبة السكر أو ١٠ ــ ١٢٪ فى نسبة جوامد اللبن ٠ وتتلخص طريقة صناعةالحلوى المجمدة Frozen desserts فى مزج المكونات جميعها ، فيما عدا الفواكه ومكسبات النكهة ، داخل وعاء مسخن ومزود بمقلبات ، ويبستر المخلوط على درجة ١٥٠ ــ ٥١٥٥ فهرنهيت لمدة نصف ساعة ، ويجنس المخلوط تحت ضـــغط يبلغ ٢٥٠٠ ــ ٤٠٠٠ رطل على البوصة المربعة لتنعيم القوام وتكسير حبيبات الدهن الكبيرة ، ويبرد المخلوط ويضاف اليه الفاكهة والمواد المكسبة للنكهة واللون ، ويجمد المخلوط بطريقة الوجبات أو بالطريقة المستمرة داخل جهـــاز التجميد Freezer المكون عادة من اسطوانتين متداخلتين يشغل الفراغ بينهما بالأمونيا أو بمحلول ملحى مبرد ، ويزود جهاز التجميد بجدافات ومكاشط أفقية أولاهما تدفع المخلوط تجـــاه الجدران ليتجمد بملامسته الجدران والثانية لكشط المخلوط شبه المتجمد واعادته الى الداخل ، وتؤدى عملية الدوران الى ادخال الهواء فى المخلوط فيزداد حجمه حتى تصل الزيادة overtum الى ٩٠ ــ ١٠٠٪ فى نهاية العملية ٠ وتعبأ الجيلاتى يدويا أو آليا بأحجام وأشكال متعددة ٠ وقد تجمد عبوات الجيلاتى solidified

بوضعها فى غرفة درجة حرارتها – ١٠° الى – ٢٠° فهرنهيت عقب الملء مباشرة ، وقد تغطى قطع الجيلاتى بالشيكولاتة او شرائح جوز الهند او مواد مكسبة للنكهة .



ويوضح الشكل المجاور طريقة صناعة الجيلاتى ice cream المحتوى على لبن وقشدة ولبن مكثف وسكر ومواد رابطة binder وملونة ومكسبة للنكهة .

طريقة صناعة جبن الشيدر :

يوضع اللبن فى حوض قاعه يسمح بتصريف الشرش ويرتكز داخل حوض آخر لامكان التسخين بالماء الساخن ، وتضبط نسبة الدهن فى

اللبن عند الحد المناسب وهو ٢٥ر٣٪ ، وترفع نسبة الحموضة فى اللبن الى ١٧ر٠ ـ ٢ر٠٪ باضافة بادىء من بكتريا حامض اللكتيك ، وتضاف مادة ملونة بنسبة ½ ـ ٢ أوقية لكل ألف رطل من اللبن ، ويسخن اللبن الى درجة ٨٤ ـ ٨٨° فهرنهيت بامرار ماء ساخن حول جدران حوض اللبن ، وتضاف كمية من الرنين تكفى لتجبين اللبن خلال عشرين دقيقة على أن يخفف الانزيم بكمية من الماء توازى حجمه عشرين مرة تقريبا قبل اضافته وتقدر كمية المنفحة بحوالى ٥ر٢ ـ ٤ أوقية لكل ألف رطل من اللبن ، ويقلب اللبن جيدا ، وتقطع الخثرة الى مكعبات بأبعاد نصف بوصة باستعمال مجموعة أسلاك رفيعة مثبتة فى اطار خشبى أو باستعمال المشارط ، وتسخن قطع الخثرة الى درجة ٩٨ ـ ١٠٤° فهرنهيت بامرار بخار فى الماء المحيط بحوض الجبن ويستغرق هذا التسخين حوالى ٣٠ ـ ٤٠ دقيقة مع استمرار التقليب بخفة لمنع تكتل الخثرة ، ويصفى الشرش من أسفل الحوض مع مراعاة وضع مصفاة على فتحة الخروج ، وتكوم الخثرة فى أحد جوانب الحوض وتترك لتصفية الشرش وتماسك الخثرة ، وتقطع الخثرة الى قوالب بسمك ٢ ـ ٤ بوصة وبطول ٨ ـ ١٤ بوصة وبعرض ٦ ـ ١٠ بوصة ، وتقلب القوالب كل ربع ساعة مع تكويمها فوق بعضها بارتفاع ٢ ـ ٦ قوالب لتتماسك الخثرة وهذه العملية تعرف باسم cheddaring ، وتمرر الخثرة داخل أسطوانة خاوية تدور حول نفسها ويمتد بداخلها صفائح رقيقة لتمزيق الخثرة الى قطع بعرض ½ ـ ١ بوصة وبطول ٢ ـ ٣ بوصة وتسمى هذه العملية بالطحن milling ، وتقلب الخثرة لمنع الالتحام . ويرش ملح الطعام على الخثرة بنسبة ١ ـ ٥ر٢ رطل لكل ألف رطل من وزن اللبن الأصلى ، وتوضع الخثرة فى اطار مبطن بقماش وقاعه عبارة عن قماش starched cheesecloth ويغطى سطح الخثرة بالقماش المنشى ، ويوضع على السطح قرص خشبى ويوضع الاطار بمحتوياته فى المكبس cheese press ويستمر كبس الخثرة لمدة ٢٤ ساعة بعدها يتأكد من وجود الغطاء فى موضعه الصحيح ويعاد الكبس لمدة ٢٤ ساعة أخرى ، وتجفف الجبن بضعة أيام بعدها

تغمس فى حمام بارافين منصهر لتســاعد الحرارة على قتل الفطريات الموجودة على السطح وليمنع البارافين انفصال ماء من الجبن أثناء فترة التسوية ، وتسوى الجبن بوضعها فى غرفة مهواة على درجة ٤٠ ــ ٥٦٥ فهرنهيت • ويبدو أن بعض بكتريا الاستربتوكوكس لاكتس تنشط فى الجبن أثناء فترة التسوية وتنتج قدرا من الحامض يكفى لتقليل نمو أنواع البكتريا الأخرى •

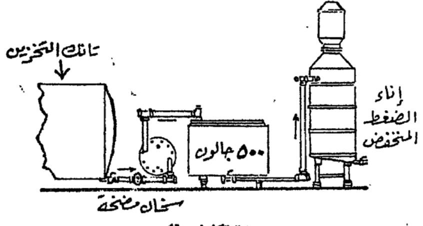
طريقة صناعة الجبن المطبوخ :

يتميز الجبن المعامل process cheese بالتجـانس وبسرعة الانتاج ، ويستخدمفى صناعة هذا الجبن درجتان من الجبن هما الجبن غير المسـوى green or current cheese والجبن المسوى cured or sharp cheese ، وتحدد نسبة كل من الدرجتين فى المخلوط على أســاس انتاج النكهة المرغوبة ، والشائع هو اضافة ستة أجزاء من جبن الشيدر غير المسوى لكل جزء من جبن الشيدر المسوى • وتبدأ الصناعة بتدفئة الجبن المعد للاستخدام الى درجة ٥٧٠ فهرنهيت ، وينظف الجبن الشيدر لازالة قماش الجبن والبارافين والفطريات من سطحه وازالة الأجزاء المتغيرة اللون ، وتطحن الجبن وتمزج ، ويوضع حوالى ثمن كمية الجبن فى وعاء الطبخ cooker لصهره ثم اضافة الماء وملح الطعام والسكر والمواد المعدلة للقوام plasticizer مثل فوسفات ثنائى الصوديوم بنسبة ١ ــ ٢٪ من وزن الجبن المستخدم وبقية الجبن المطحون اليه ، ويستمر فى الطبخ على درجـــة ١٥٠ ــ ٥١٧٠ فهرنهيت لمدة ١٠ ــ ١٥ دقيقة مع استمرار التقليب لمنع انفصال الدهن ولادخال جزء من الهواء فى الجبن فيزداد الحجم ولبسترة الجبن ، وتنقل عجينة الجبن الناتجة الى آلات التعبئة • ويمكن اضافة حامض اللكتيك او الخليك أو البروبيونيك الى كتلة الجبن لخفض حموضتها الى pH ٤٫٨ ــ ٥٫٢ فيغنى ذلك عن تسوية هذا الجبن ويغنى عن عمليات تقطيع وتكويم الخثرة cheddaring والطحن milling والتغطية بالقماش hooping and bandaging وبذلك تنخفض مدة تصنيع الجبن

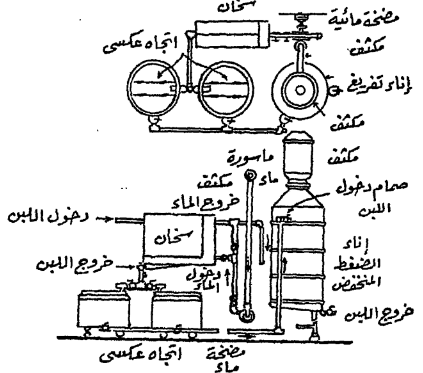
المعامل من بدء استلام اللبن الكامل الى ٢٤ ساعة فقط • وفي طريقة أخرى يضاف انزيمات محللة للدهن lipolytic enzymes لاسراع ظهور النكهة وتقصير فترة التسوية ، ويعلل ذلك بأن الانزيم يحلل الدهن منتجا حمض بيوتريك تهدمه الأحياء الدقيقة وتتبقى الأحماض الدهنية ذات الوزن الجزيئي المرتفع التى تشترك فى اكساب الجبن نكهته المميزة • ويخزن الجبن المطبوخ في غرف مبردة •

طريقة صناعة اللبن المكثف :

يكثف اللبن فى أوعية تحت ضغط منخفض اذ يبلغ التفريغ حوالى ٢٥ بوصة ولذلك فاللبن يغلى علىدرجة ١٣٠ — ١٣٥° فهرنهيت. وصهريج التبخير evaporator يصنع من النحاس أو الصلب المغطى بالاينامل بقطر يتراوح بين ٣ ، ٧ قدم . وعادة يكون قاع الصهريج مقعرا concave والجدار مزدوجا لامرار بخار التسخين في الفراغ بين الجدارين ، والسطح الداخلى تمتد عليه أنابيب بخار تساعد فى التبخير • وتتلخص طريقة الصناعة فى تسخين اللبن الى درجة ١٦٥ — ١٨٥ فهرنهيت ، وتسخين صهريج التفريغ ، وخفض الضغط داخل الصهريج باستخدام مضخة ، ودفع اللبن داخل الصهريج مع فتح صمام بخار التسخين ، وسحب اللبن للخارج بعد بلوغه درجة التركيز المطلوبة ، وتبريد اللبن على مبردات سطحية أو فى مواسير التبريد • وأحيانا يستلزم الأمر تعديل نسبة الدهن للجوامد الكلية باضافة زبد أو جوامد لبنية غير دهنية • واللبن المبخر الناتج يجنس ويبرد ويعبأ وتعقم العبوات • وفى حالة اللبن المكثف المحلى يجب ضبط تركيزه قبل التبخير كما يجب الاسراع فى تبريده وذلك بالتقليب أثناء التبريد •



وحدة تكثيف اللبن



وحدة تكثيف اللبن وفيها يستخدم الماء المتخلف لتسخين اللبن

الجبن الدمياطى :

تنتج الجمهورية العربية المتحدة نوعا من الجبن يدخل ضمن نطاق الجبن الطرى ويعرف باسم الجبن الدمياطى • ويصنع هذا الجبن من لبن كامل الدسم عادة ، لكنه يصنع أحيانا من لبن معدل أو من لبن كامل مضافا اليه لبن فرز • وفى حالة صناعة الجبن الدمياطى من لبن الأغنام يعرف باسم الجبن الضأن لتمييزه عن نظيره المصنوع من لبن البقر أو الجاموس •

وتتلخص طريقة صناعة الجبن الدمياطى فى اضافة ملح الطعام الى اللبن بنسبة ٥ ــ ١٠٪ فى فصل الشستاء أو ١٠ ــ ٢٠٪ فى فصل الصيف ، بقصد تحسين طعم الجبن وزيادة وزنه وتقليل نشاط الأحياء الدقيقة فيه • وتزداد نسبة الملح المضاف فى حالة ازدياد التلوث وطول مدة التخزين فى الجو العادى • ويفضل تصفية اللبن خلال شاش نظيف عقب اذابة الملح للتخلص من الشوائب • ثم يدفأ اللبن باللهب المباشر او بالبخار المار بين جدارى حوض التجبن الى درجة ١٠٠°ف فهرنهيت وهى الدرجة المناسبة للنشاط الانزيمى • وقد تعدل طريقة التسخين

بحجز ثلث كمية اللبن لتسخينها لدرجة ١٧٠° فهرنهيت واضافتها الى بقية اللبن المذاب فيه كمية الملح بأكملها فتنخفض درجة حرارة اللبن جميعه الى حوالى ١٢٠° فهرنهيت ثم يبرد اللبن الى درجة مائة فهرنهيت. ويضاف انزيم الرنين المعروف باسم المنفحة الى اللبن عقب بلوغ درجة الحرارة المناسبة ، فيخفف عشرون ملليلترا من المنفحة الأساسية بخمسة أمثال حجمها ماء بارد وتضاف هذه الكمية الى مائة رطل من اللبن مع التقليب الكلي لمدة ثلاث دقائق يتلوها تقليب سطحي لمدة خمس دقائق . وتزداد كمية المنفحة المضافة بزيادة نسبة الدهن فى اللبن وبزيادة نسبة الملح المضاف وبانخفاض النشاط الانزيمي لمستحضر المنفحة وكذلك فى حالة استعمال لبن جاموس أو لبن مبســـتر . ويترك اللبن بعد اضافة المنفحة لمدة ثلاث ساعات تقريبا يتم التجبن وتكوين الخثرة وانفصالها عن جدران الحوض بسهولة ، مع مراعاة حفظ درجة حرارة اللبن عند ١٠٥° مئوية تقريبا ، فتعبأ حينئذ فى قوالب صفيح أو ألومنيوم مثقبة ونرص على سدابات خشبية وتترك للتصفية ، مع مراعاة قلب الخثرة فى القالب رأسا على عقب بعد مضى يوم كامل ثم مرة كل ١٢ ساعة لمدة يوم أو يومين بعدها تنزع أقراص الجبن من القوالب . وقد يستعاض عن القوالب المعدنية ببراويز خشبية توضع بداخلها الخثرة ملفوفة فى قماش الشاش ومن فوقها ثقل يدفع الشرش خارج الخثرة تدريجيا ، ويزال البرواز الخشبى بعد ساعة وتترك الخثرة ساعتين بعدها يضغط عليها بقوة معتدلة لمدة ساعة ثم توضع بين لوحين خشبيين يعلوهما ثقل وتترك لمدة ١٢ ساعة بعدها يضاف ثقل آخر مماثل وتترك لمدة ١٢ ــ ١٨ ساعة ثم تقطع الخثرة بالأبعاد المطلوبة . وتتراوح كميـــة الجبن الدمياطى الناتجة بين ٢٠ ، ٣٠٪ فتزداد فى حالة ارتفاع نسبة الدهن وازدياد كمية الملح المضافة وانخفاض الضغط الواقع على الخثرة أثناء التصفية وقصر مدة التصفية وانخفاض درجة الحرارة أثناء التصفية وكذلك فى حالة استعمال اللبن الجاموسى .

وعندما يراد تخزين الجبن الدميـــاطى بعض الوقت يجرى ذلك بتعبئته داخل صفائح معدنية مغمورا فى الشرش المعقم بالغليان لتساعد ملوحته على الحفظ . ومن الممكن استبدال الشرش باللبن الفرز أو باللبن المخفف . وتسوى الجبن الدمياطى أحيانا بتخزينها على درجة الحرارة العادية أو على درجة ٦٠° فهرنهيت أو ٤٠° فهرنهيت ، ولكل من هذه الطرق أثرها فى صفات ووزن الجبن . وجبن اللبن البقرى المخزن لمدة ستة أشهر يحتوى على ٥٥٪ رطوبة ، ٢٠٪ دهن منسوبا للمادة الطازجة،

٥٪ ملح ، بينما جبن اللبن الجاموسى المخزن لنفس المدة به ٥٢٪ رطوبة ، ٢٥٪ دهن ، ٥٪ ملح ٠

ويمكن استعمال اللبن المبستر على درجة ١٦٥° فهرنهيت لمدة ربع دقيقة فى صناعة الجبن الدمياطى ، فيبرد اللبن الى درجة ١٢٠° فهرنهيت ويضاف اليه الملح بنسبة ٧/ ، أو بنسبة مضاعفة عندما يراد تخزين الجبن ، ويصفى اللبن وتضبط درجة حرارته عند ١٠٥° فهرنهيت ويضاف اليه كلوريدكالسيوم بنسبة ٠٫٠٥٪ مذابا فى الماء ، اذا أريد ذلك ليساعد فى تجبن اللبن المحتوى على نسبة مرتفعة من الملح ، وتضاف المنفحة مع التقليب ويستمر العمل كما سبق شرحه ٠ وتصنع كميات من الجبن الدمياطى من لبن مبستر بدون اضافة ملح ٠

وأبرز عيوب الجبن الدمياطى هى وجود الجيوب الغازية فى الجبن نتيجة لضغط الغازات المتولدة من نشاط بعض أنواع البكتريا الملوثة للبن والخثرة ، ووجود الذباب ويرقاته فى الجبن الملوث ، وظهور عفونة ونكهة غير مرغوبة بسبب امتصاص اللبن للروائح الكريهة أو التلوث ، وتجلد الجبن بسبب ارتفاع الحموضة ودرجة حرارة تصنيع اللبن ، وظهور الطعم المالح الشديد ، ووجود مواد غريبة فى الجبن ٠ ويمكن تلافى هذه العيوب بالبسترة والتصفية وضبط ظروف التصنيع ومراعاة اشتراطات النظافة ٠

اختبارات اللبن ومنتجاته :

يجرى على اللبن ومنتجاته العديد من الاختبارات المعملية بقصد التأكد من المطابقة للمواصفات وتحديد درجة الجودة ٠ وفيما يلى أهم هذه الاختبارات ٠

اخذ عينات اللبن :

لضمان تجانس عينة اللبن وجعلها ممثلة للكمية المأخوذه منها العينة يقلب اللبن جيدا بمقلب plunger أو ينقل من وعاء لآخر عدة مرات ، مع مراعاة تدفئة اللبن الى درجة ١٠٠° فهرنهيت قبل أخذ العينة لتسهيل امتزاج المكونات ٠ واذا كان اللبن موزعا فى مجموعة من الأوانى فتؤخذ

كمية من كل وعاء بنسبة ثابتة من محتوياته وتضاف الكميات المأخوذة الى بعضها وتمزج جيدا ، على أن تكون العينة النهائية في حدود ربع أو نصف لتر لتغطى احتياجات الاختبارات المعملية ٠ ويفضل اســـتخدام قلم أخذ العينات أو dipper فى هذه العملية ٠

وأحيانا تقتضى الظروف أخذ عينة ممثلة من اللبن الوارد للمصنع على مدار أيام الأسبوع أو أكثر قليلا على أن تمزج هذه العينات المأخوذة ببعضها وتحلل العينة المركبة composite sample الناتجة ٠ وهذا يستلزم رج العينة يوميا عند اضافة قدر جديد اليها ، كما يستلزم اضافة مادة حافظة تمنع فساد اللبن طول مدة حفظ العينة وهى أسبوع أو أسبوعين ، بالاضافة الى تلوين اللبن للتحذير من شربه ٠ ومن مواد حفظ عينات اللبن الشائعة محلول الفورمالين تركيز ٤٠/ بنسبة واحد فى الألف من حجم اللبن ، أو بيكرومات البوتاسيوم بنسبة نصف جرام فى اللتر من اللبن ، أو كلوريد الزئبقيك المضـــاف اليه مادة ملونة والذى يعرف أحـــد مستحضراته التجارية بالاسم corrosive sublimate لعينة اللبن بنسبة ٠٥ر٠ ــ ١ ر٠/ وهذه المواد الحافظة لاتضـــــاف للبن المراد تحليله بكتريولوجيا ، بل يلزم البدء فى التحليل بمجرد أخذ العينة ٠

ويراعى الدقة فى كتابة البيـــانات المتعلقة بعينـــة اللبن على بطاقة الزجاجة ، وتحفظ العينة فى مكان بارد مظلم ٠ واذا اقتضى الأمر نقل عينات اللبن الى مكان بعيد فيراعى تبريد هذه العينات بوسيلة مناسبة كأن توضع فى صندوق العينات محاطة بالثلج ٠

وعند البدء فى تحليل اللبن توضع العينات لمدة نصف ساعة فى حمام مائى درجة حرارته ١٠٥ ــ ١١٠° فهرنهيت لضمان امتزاج الدهن المتجمع على سطح اللبن بباقى المكونات ٠

الفحص الظاهرى للبن :

تقاس درجة حــرارة اللبن الوارد للمصنع بواسطة ترمومتر نظيف للتأكد من برودته الى الدرجة المناسبة وهى ٤٠ ــ ٥٠° فهرنهيت .

ويفحص اللبن بالعين المجردة للاستدلال على وجود قطع لبنية توحى بتعرض اللبن لرج شديد أثناء نقله أو تجبنه جزئيا بتأثير ارتفاع الحموضة ، أو تخثره جزئيا تحت تأثير الظروف المرضية للماشية . وتشاهد حبيبات النشا أيضا ان وجدت فى حالة غش اللبن بمادة مالئة كالنشا . وبرج زجاجة العينة يتكون غشاء من اللبن على جــدران الزجاجة تتفاوت درجة شفافيته تبعا لدرجة لزوجــة اللبن ، فتكون الطبقة رقيقة فى حالة اللبن المضاف اليه ماء .

وبالنظر الى لون اللبن يمكن تمييز اللبن الجاموسى الناصع البياض من اللبن البقرى المصفر بتأثير الكاروتين . واذا ظهر لون دموى فى اللبن دل ذلك على مرض الماشية ، بينما ظهــور بعض الألوان الأخرى يدل على التلوث بميكروبات معينة . وبديهى أن لون اللبن يتغير بوضوح فى حالة تغيير تركيبه ، كما هو الحال عند نزع جزء من القشدة اذ يتجه اللون تجاه لون اللبن الفرز الأبيض المائل للأزرق الخفيف . أما الشرش فلونه الأصفر المخضر ناتج عن وجود الريبوفلافين .

وبترشيح اللبن خـلال القطن النظيف تنفصــل منه المواد الغريبة الصلبة ، كأجزاء الحشرات والشعيرات والتراب والقش وغيرها .

وللبن طعم مميز يتأثر بنسب مكوناته الى بعضها ، ويتغير هذا الطعم بدرجات متفاوتة تبعا لمؤثرات خارجية منها تأثير حرارة التسخين على سكر اللبن وبروتيناته ، وتأكسد كمية من الدهن بتأثير فعل الملامسة للنحاس أو الحديد أو الضــوء ، وتغيير تركيب بعض مكونات اللبن بتأثير نشاط البكتريا ، واكتساب طعم مواد العليقة وأدوية علاج المواشى .

ورائحة اللبن ضعيفة ، ولذا فظهـــور رائحة قوية فى اللبن قد يكون سببه امتصاص رائحة من طعام الماشية أو أوانى الحليب أو المتخلفات فى الحظائر ٠

الوزن النوعى :

يقدر الوزن النوعى للبن بقصد التعرف على غشه. فالوزن النوعى للبن الكامل ١٫٠٢٨ — ١٫٠٢٦ ٠ وتنخفض هذه القيمة فى حالة اضافة الماء الى اللبن ، بينما ترتفع القيمة عند نزع جزء من الدهن الذى ينخفض وزنه النوعى عن الواحد الصحيح أو عند اضافة لبن فرز الى اللبن الكامل حتى تصل القيمة الى ١٫٠٣٩ وهى الوزن النوعى للبن الفرز ٠

ويقدر الوزن النوعى بالطرق السابق شرحها فى الجزء الثالث وهى طريقة قنينة الكثافة وطريقة ميزان وستفال وطريقة ايدرومتر اللاكتومتر٠ وتصحح قراءة الايدرومتر تبعا لاختلاف درجة الحرارة ، باضافة أو طرح عشر درجة لكل درجة حرارة فهرنهيتية اذا زادت أو نقصت درجة حرارة اللبن عن الدرجة المدرج عليهـــا الايدرومتر ٠ وبقسمة قراءة الايدرومتر المصححة على ألف واضافة واحد صحيح لناتج القسمة ينتج الوزن النوعى ٠

وينصـــح بتدفئة اللبن عقب الحليب مباشرة الى درجة ١٠٤° فهرنهيت ، وبعد انقضاء خمس دقائق على هذه الدرجة يبرد اللبن الى درجة ٦٠° فهرنهيت ويقدر وزنه النوعى .

ويمكن استخدام لاكتومتر الكثافة فى تقدير كثافة اللبن بعد تدفئته لمدة خمس دقائق على درجـة ١٠٤° فهـــرنهيت وتبريده الى درجة ٦٨° فهرنهيت ٠

الحموضة الكلية :

لتقدير الحمـــوضة الكلية يوضع عشرة ملليلترات لبن فى جفنة ويضاف اليها ملليلتر واحد من محلول الفينولفثالين تركيزه نصف فى المائة ويعادل اللبن بالصودا الكاوية قوة ١/٩ أساسى حتى يظهر لون وردى خفيف يستمر خمس ثوان · وتحسب الحموضة الكلية من المعادلة :

$$\text{الحموضة الكلية \%} = \frac{\text{عدد ملليلترات الصودا} \times ٠٫٠١ \times ١٠٠}{\text{عدد ملليلترات اللبن}}$$

وهذه الحموضة مرجعها الى أملاح الفوسفات والسترات والكازين وغاز ثانى أكسيد الكربون التى تسبب الحموضة الطبيعية فى اللبن مضافا اليها حامض اللكتيك الناتج من تحول جزء من سكر اللبن الى الحامض بفعل الأحياء الدقيقة وهذا مايعبر عنه بالحموضة الاضافية ·

وعادة يكتفى بالتعرف على حموضة اللبن فى نطـــاق ازديادها أو انخفاضها عن الحد المقرر المســـموح به وهو ٠٫٢٪ باجراء اختبار سريع يتلخص فى اضافة كمية الصودا والدليل اللازمة لمعادلة الحموضة البالغ قدرها ٠٫٢٪ وهو ٢ ملليلتر صـــودا كاوية مضافا اليها ملليلتر محلول فينولفثالين وملاحظة ظهور أو عدم ظهـــور اللون الوردى · كذلك يمكن الاستدلال على الحموضة الكلية بتقدير الحموضة الفعلية pH فى اللبن · فاللبن الكامل حموضته الكلية ٠٫١٢٥ – ٠٫١٦٥٪ وهذه تقابل pH ٦٫٦ ــ ٦٫٨ ، وينخفض رقم pH الى ٦٫٥ عنـــدما ترتفع الحموضة الكلية الى ٠٫٢٪ · وتقدر قيمة pH باستخدام الطريقة الكهربائية أو بغمس أوراق دليل أزرق البروموثيمول فى اللبن فتتلون باللون المخضر فى اللبن الطبيعى أو باللون المصفر فى اللبن المرتفع الحموضة أو باللون الأزرق فى اللبن الواضح القلوية ·

التجبن بالغلى والترسيب :

يوضع خمسة ملليلترات من اللبن فى أنبـوبة اختبـار ، وتسخن الأنبوبة فى حمام مائى يغلى لمدة خمس دقائق ـ بعدها تلاحظ قطع الخثرة المتجبنة ان وجدت ، فهى تدل على ارتفاع الحموضة فى اللبن أو احتوائه على بكتريا تفـرز انزيم الرنين • واللبن السرسوب ، أى المحلوب من أبقار حديثة الولادة ، يعطى نتيجة ايجابية دائما فى هذا الاختبار المعروف باسم اختبار التجبن •

وباضافة كحول الايثايل المتعادل ذى الكثافة ٨٩٥ر٠ على درجة ٥ر١٥ بتركيز ٦٨٪ الى ٢ ـ ٥ ملليلترا من اللبن بحجـم مماثل ورج الأنبوبة المحتوية على اللبن والكحول تتكون قطع الكازين المتجبن فى الظروف المماثلة لما سبق ذكره • ويعرف هذا الاختبار باسم اختبار الترسيب •

وعندما يضاف دليل الاليزارين في اختبار الكحول السابق يتغير الاسم الى اختبار الاليزارين أو اختبار الكحول والأليزارين • والقصد من اضافة الدليل هو تحديد سبب التجبن لأن لون الدليل يكون مصفرا فى حالة ارتفاع الحموضة فى اللبـن بينما يكون بنفسجيا فى اللبن العادى أى عند pH ٦ر٦ • ويضاف الأليزارين للكحول بنسبة ١ر٠٪ ثم يخفف الكحول بالماء الى تركيز ٩٥٪ •

الدهن :

يوضع فى أنبوبة جربر Gerber butyrometer الجافة عشرة ملليلترات بالضبط حامض كبريتيك مركز وزنه النوعى ٨٢٠ر١ ـ ٨٢٥ر١ ويضاف اليها ١١ ملليلترا بالضبط من اللبن المدفأ لدرجة ٦٠ ـ ٧٠° فهرنهيت وملليلتر واحد كحول أميل وزنه النوعى ٨١٥ر٠ وتسد الأنبوبة وترج بحركة رحوية• وعندما تذوب الخثرة تقلب الأنبوبة لمزج محتوياتها• ثم توضع الأنابيب فى جهاز الطرد المركزى ، ويدار الجهاز بسرعة ١١٠٠

دورة فى الدقيقة لمدة ثلاث أو أربع دقائق ، بعدها تنقل الأنابيب الى حمام مائى وتترك لمدة ثلاث أو أربع دقائق على درجة ٦٥ ± ٢° مئوية فى حالة ما اذا كانت آلة الطرد المركزى تسخن كهربائيا أثناء دورانها . وأخيرا تقرأ نسبة الدهن فى ساق الأنبوبة .

وفى حالة احتواء اللبن على فورمالين يفضل تخفيف عينة اللبن بمثل حجمها ماء مقطر لتحاشى صعوبة ذوبان الكازين فى الحامض وتولد الغازات والفوران ، مع مراعاة مضاعفة قراءة الدهن فى نهاية الاختبار .

الجوامد اللبنية :

يثبت وزن طبق الرطوبة الألومنيوم فى الفرن على درجة ١٠٠° مئوية ، ثم يوضع فيه خمسة ملليلترات من اللبن . يوزن الطبق بالعينة لمعرفة وزن العينة . يسخن الطبق فى حمام مائى يغلى لمدة نصف ساعة لتكسير الطبقة البروتينية السطحية ، ثم ينقل الطبق الى الفرن ويترك على درجة ١٠٠° مئوية لمدة ثلاث ساعات ، بعدها يبرد الطبق فى المجفف لمدة نصف ساعة ويوزن . ويعاد تجفيف العينة لمدة نصف ساعة ووزنها للتأكد من ثبات الوزن ، وقد يستلزم الأمر تكرار هذه العملية . وينسب وزن المادة الجافة الى وزن اللبن وتضرب النسبة فى مائة للحصول على النسبة المئوية للجوامد اللبنية الكلية .

وقد يجرى التقدير السابق فى فرن التفريغ على درجة حرارة أقل من ١٠٠° مئوية . وتبلغ الجوامد الكلية حوالى ١٦ ــ ١٨٪ فى اللبن الجاموسى ، ١١٫٥ ــ ١٤٪ فى اللبن البقرى .

وبطرح النسبة المئوية للدهن من النسبة المئوية للجوامد الكلية تنتج النسبة المئوية للجوامد اللادهنية .

وكثيرا مايستعاض عن الطريقة الكيميائية السابقة بطريقة حسابية

سريعة تتوقف على معرفة الكثافة أو الوزن النوعى للبن ونسبة الدهن به. مثال ذلك طريقة رتشموند Richmond's-slide rule وطريقة جداول العلاقة بين الجوامد اللبنية والكثافة أو الوزن النوعى . ويستخدم فى الحساب معادلات رتشموند أو فلايشمان Fleischman أو بابكوك أو المعادلات المصرية .

الجوامد الكلية ٪ فى اللبن البقرى = (قراءة اللاكتومتر المصححة ٦٠°ف ÷ ٤) + ٦/٥ الدهن ٪ + ١٤ر٠
« رتشموند »

= (قراءة اللاكتومتر المصححة ÷ ٤) + ٢ر١ الدهن٪ + ٢٥ر٠
« فلايشمان »

= ٢٥ر٠ قراءة اللاكتومتر المصححة + ٢ر١ الدهن٪
« بابكوك »

= ١٢ر٧٥ + ١ر٦٠ الدهن٪ – ٢ر٠ قراءة لاكتومتر الكثافة على درجة ١٥° م
« غنيم »

الجوامد غير الدهنية ٪ فى اللبن البقرى = ٢ر٠ قراءة لاكتومتر الكثافة ٢٠°م + ٢ر٠ الدهن٪ + ١ر٨٧
« فهمى »

= ٢ر٠ قراءة لاكتومتر الكثافة ٢٠°م + ٢ر٠ الدهن٪ + ١ر٧٧
« فهمى »

الجوامد الكلية ٪ فى اللبن الجاموسى = (٢٧ر٠ قراءة اللاكتومتر المصححة + ١٩١ر١ الدهن ٪) ÷ ١ر٠٣٢
رتشموند

انجوامد غير الدهنية٪ فى اللبن الجاموسى = ٣ر. قراءة لاكتومتر الكثافة ٢٠°م + ٢و٠ الدهن ٪ — ١٠ر١ = ٣ر٠ قراءة لاكتو متر الكثافة ٢٠°م + ٢ر. الدهن ٪ — ١٦ر١ فهى

الجوامد الكلية ٪
فى اللبن الجاموسى = ٣٥ر١٢ + ٥٠ر١ الدهن٪ — ٤ر٠ قراءة لاكتومتر الكثافة على درجة ١٥° م « غنيم »

وتفيد تقديرات الدهن والجوامد الكلية والجوامد غير الدهنية والوزن النوعى فى التعرف على طريقة وسيلة غش اللبن ٠ فاضافة الماء للبن تسبب انخفاض كل هذه النسب . واضافة اللبن الفرز أو نزع جزء من القشدة يخفض نسبتى الدهن والجوامد الكلية بينما يرفع الوزن النوعى. واضافة لبن فرز وماء معـــا يخفض نسب الدهن والجـــوامد الكلية والجوامد اللادهنية ، أما الوزن النوعى فينخفض أو يرتفع ٠

المواد الحافظة والمضادات الحيوية بصفة عامة :

تلقح عينة اللبن ببكتريا حامض لكتيك وتحفظ فى المحضن على درجة ٣٠° مئوية ، وتقدر حموضة اللبن على فترات من الوقت ٠ وتقارن النتيجة بنظيرتها لعينة لبن معروفة خالية من المواد الحافظة والمضادات الحيوية تلقح وتوضع فى المحضن بجوار العينة المجهولة ٠ فيلاحظ انخفاض معدل الارتفاع فى حموضة اللبن نتيجة للتأثير المثبط للمضادات الحيوية والمواد الحافظة على بكتريا حامض اللكتيك ٠

الفورمالدهيد :

يخفف ثلاثة ملليلترات لبن بمثل حجمها ماء ، ويضاف اليها خمسة ملليلترات حامض كبريتيك تجارى أو حامض كبريتيك نقى مضاف اليه ١٪ كلوريد حـــديديك باحتراس بحيث يسيل على جـــدران الأنبوبة ٠

فيشاهد تكون حلقة بنفسجية عند سطح الانفصال بين اللبن والحامض في حالة وجود الفورمالين ٠

فوق أكسيد الايدروجين :

يخفف عينة اللبن بمثل حجمها لبن خام خال من الاضافات ويضاف اليها في انبوبة الاختبـــــار نقط من محلول مائي للبارافينيلين داى أمين P-phenylene diamene تركيز ٢٪ ، وترج محتويات الانبوبة فيلاحظ ظهور لون أزرق ان وجد فوق أكسيد الايدروجين .

البوراكس :

يوضع عشرون ملليلترا من اللبن في كأس ويضاف اليها ملليلتران من محلول الفينولفثالين ، وتعادل الحموضة بالصودا الكاوية حتى يظهر لون وردى ٠ وتقسم محتويات الكأس الى نصفين يضاف الى أحدهما حجم مماثل من الماء المقطر بينما يضاف للثاني حجم مماثل من محلول الجليسرين المتعادل تركيز ٥٠٪ فيشاهد اختفاء اللون في القسم الثـــاني ان وجد البوراكس أو حمض البوريك ٠

القلويات :

يوضع عشرة ملليلترات من اللبن في كأس ويضاف اليها حجم مماثل من الكحول ٩٥٪ ونقطتان من محلول حامض الروزوليك rosolic acid تركيز ١٪ وتمزج محتويات الكأس فيشاهد ظهور لون وردى ان وجدت الكربونات والبيكربونات بسبب تحول pH تجاه القلوية أي ٧ ـ ٨ ، ولون بني اذا كان اللبن خاما عاديا ٠

الأناتو :

يضاف عشرة ملليلترات من الايثير الى عشرة ملليلترات من اللبن مع الرج الشديد ، ويترك المزيج ســـاكنا بعض الوقت ويشاهد اللون الأصفر فى الايثير الناشىء عن اضافة الأناتو ٠

العد البكتيرى :

تؤخذ قطرة من عينة اللبن وتنشر فى مساحة سنتيمتر مربع على سطح شريحة زجاجية ، ويجفف اللبن بسرعة ثم تغمس الشريحة فى صبغة نيومان لمدة ربع دقيقة ، وبعدها توضع الشريحة تحت الماء الجارى وتجفف وتفحص بالعدسة الزيتية للميكروسكوب لحصر عـــدد مجاميع الخلايا البكتيرية ٠

وفى طريقة اخرى تخفف عينة اللبن ويوضع حجم معين منها على بيئة غذائية داخل طبق بترى ، وبعد حفظ الطبق داخل المحضن على درجة ٣٠° مئوية لمدة ١٢ ــ ٤٨ ساعة بعدها يفحص الطبق ميكروســـــكوبيا لحصر عدد مجموعات الخلايا البكتيرية ٠

وفى طريقة ثالثة سريعة يكتفى بأخذ فكرة علمة سريعة عن مدى التلوث البكتيرى بمعرفة سرعة اختزال لون صبغة أزرق الميثيلين أو صبغة الريزازيورين المضافة الى عينة اللبن والمدفأة فى حمام مائى على درجة ٣٧٫٥° مئوية ٠

صفات الحفظ :

تترك عينة اللبن على درجة ٢٠° مئوية وتفحص كل ست ساعات من وجهات الطعم والرائحة وسرعة التجبن ، ويحدد الوقت الذى ينقضى قبيل فساد العينة ٠

الفوسفاتيز :

يوضع فى أنبوبة اختبـــار عشرة ملليلترات من محلول الفوسفات المنظم ، المحضر باذابة ١٫٠٩ جراما ثنائى صوديوم فينايل فوسفات فى الماء المقطر المشبع بالكلوروفورم وتكملة الحجـم الى لتر واضـافة عشرة ملليلترات كلوروفورم ، ويضاف فى الأنبوبة نصف ملليلتر من اللبن مع الرج ، وتدفأ الأنبوبة لمدة عشر دقائق فى حمام مائى على درجة ٤٧° مئوية ، وبعدها تبرد الأنبوبة الى درجة ١٥° مئوية بغمرها فى الماء البارد ، ثم يضاف ٤٫٥ ملليلترا من محلول فولن Folin وترج الأنبوبة جيدا لمدة ثلاث دقائق بالضبط وترشح المحتويات ويستقبل الراشح فى أنبوبة اختبار مدرجة ويضاف للعشرة ملليلترات من الراشح ملليترا ان من محلول كربونات صوديوم لامائية تركيزه ١٤٪ ، وتترك الأنبوبة لمدة دقيقتين بالضبط داخل ماء على درجة الغليـــان • وأخيرا تقرأ درجة اللون فى السائل • وهذا الاختبار يفيد فى التعرف على كفاءة عملية البسترة •

العكارة :

يوضع أربعة جرامات من كبريتات الأمونيـــوم النقية فى دورق مخروطى ويضاف اليها عشرون ملليلترا من اللبن مع الرج لاذابة الملح ، وبعد خمس دقائق يرشح اللبن ويؤخذ خمسة ملليلترات من الراشح فى أنبوبة اختبار ، وتغمر الأنبوبة فى ماء يغلى لمدة خمس دقائق ، بعدها يبرد السائل ويسلط عليه الضوء لمشاهدة العكارة ان وجدت • وهذه العكارة تدل على عدم كفاءة عملية تعقيم اللبن .

الفصل الثالث

الانزيمات فى التصنيع الغذائى

تلعب الانزيمــات دورا هاما فى التصنيع الغذائى ، ويظهر نشاطها فى كثير من عمليات التصنيع • مثال ذلك تأثير الانزيمات فى فساد المنتجات الغــــذائية ، واستعمال الانزيمات فى صناعة الجبن ، وعــلاقة الانزيمات بتنفس الحبوب ، وتأثير انزيمات الأميليز والبروتينيز على صفات الخبيز ، ونشاط الأنزيمات أثناء صناعة المولت وعلاقة الأنزيمات بتنفس وتصنيع الفاكهة والخضروات والنقل ، وتأثير عملية سلق الخضروات على صفات المنتجات بسبب قتل الانزيمات ، وفعل الانزيمات فى تسوية الشــــاى وأهمية الانزيمات فى عملية تخمر ثمار شـــجرة الكاكاو حيث تؤثر فى حيوية ولون ونكهة البذور •

اهمية الانفرتيز :

ينتشر انزيم الانفرتيز B-h-fructosidase ، invertase ، invertin ، saccharase ، sucrase ، B-fructofuranosidase فى كثير من المواد الغذائية ويوجد بنسبة مرتفعة فى الخميرة • والانزيم يحلل السكروز اليمينى الدورة dextrorotatory منتجا جلوكوز وفركتوز أى سكر محول invert sugar يسارى الدورة• ويوجد نوع آخر من الانفرتيز يعرف باسم مه -n-glucosidoinvertase أو مه -glucopyranosidase يستخرج من الفطر أسبرجلس أوريزى Aspergillus oryzae ومثله التــــاكا انفرتيز Taka-invertase • وتختلف طريقة التحليل تبعا لمصدر الانزيم ، فانفرتيز الخميرة يسبب انفصال جزىء الفركتوز من جزىء السكروز ، بينما انفرتيز الفطر يفصــــل جزىء الجلوكوز • ويثبت ذلك تأثير الانزيمين على سكر الرافينوز الثلاثى فانفرتيز الخميرة يفصــــل الفركتوز من الرافينوز تاركا

مليبيوز يرتبط فيه الجلوكوز بالجلاكتوز بينما انفرتيز الفطر لا يستطيع فصل الجلوكوز من جزىء الرافينوز .

ويحضر انزيم الانفرتيز من خلايا الخميرة بعملية البلزمة التى تؤدى الى خروج الانزيم من داخـــل الخـــلايا ، ويستخلص الانزيم بالايثير أو الكلوروفورم أو خلات الايثايل أو التلوين أو البنزين benzene أو الزيلين أو رابع كلوريد الكربون أو ثانى كبريتيد الكربون أو كحـول الاميل أو كحول البنزيل أو الايزوثيوسيانات . ويحضر الانزيم تجاريا باستخدام طريقة التحليل الذاتى autolysis or autodigestion ، ولا يشترط فى المستحضر التجارى أن يكون بالغ النقاوة الا أنه يجب أن يتصف بالثبات. وتتلخص طريقة تحضير المســتخلص معمليا فيما يلى : يرج مائتا جرام (١٠٠ جزء) من الخميرة bottom yeast مع أربعة لترات (٢٠٠٠ جزء) من محلول مغـــذ يحتوى على ثمـــانية جرامات (٤ أجزاء) فوســـفات أمونيوم ثنائية وثمانية جرامات (٤ أجزاء) فوسفات بوتاسيوم أحادية وجرامين (جزء واحد) نترات مغنســـيوم وجرامين (جزء واحـــد) نترات بوتاسيوم ، ويهوى المحلول aerated لمدة ثمانى ساعات بمعدل خمســمائة لتر هواء فى الساعة ، وتضبط درجة الحرارة عند ٣٠° مئوية ودرجة الحموضة الفعلية pH عند ٥ر٤ ، ويضـــاف أثناء التهوية لتر من محـــلول الســـكروز تركيزه ١٢٪ نقطة فنقطة . وفى طريقة أخرى تجـرى العملية تحت تفريغ قـدره ثلاثون ملليمترا زئبقـــا . ويضاف المحلول السكرى بتركيز عشرين فى المـائة بالسرعة التى تعطى المحلول خمسة أجزاء سكروز فى الساعة طول مدة التخمر . وعقب تنشيط الخميرة yeast stimulation يجرى التحليل الذاتى autolysis بطريقة الحامض البطيئة أو بالطريقة السريعة . ففى الطريقة السريعة يضاف ٨ر٤ لترا من التلوين toluene الى ٤٫٨ كيلوجراما من الخمـــيرة المنشطة خـلال ثلاث ساعات ، ثم يخفف المخلوط باضافة ٤٨ لترا من الماء وتضبط الحموضة الفعلية pH عند ٨ر٥ باضافة حوالى لتر من محلول ايدروكسيد الامونيوم تركيزه ٥ر٢٪ ، ويســـتمر فى التحليل الذاتى لمدة ٢٤ ساعة على درجة

٣٠°مئوية ، بعدها تضبط الحموضة الفعلية pH عند ٤ر٧ باضافة ١٧٠٠ ملليلترا حامض خليك تركيزه ٣٠٪ويفصل السائل autolyzateعن الخلايا بقوة الطرد المركزى فيتحصل على حوالى ٦٨ لترا تحتوى على ٦ر٨١٪ من كمية الانفرتيز الاصلية • وقد تستخدم طريقة التحليل الذاتى الجزئى fractional autolysis حيث يستخلص من الخميرة الصموغ والمواد غير المرغوبة أولا ثم يستخلص انزيم الانفرتيز من بقايا الخميرة • فبعد اجراء التحليل الذاتى بالتلوين على درجة ٣٠°مئوية لمدة ثلاث ساعات فقط يخفف المخلوط بضعف حجمه ماء ويفصل السائل عن بقايا الخلايا بالطرد المركزى مع استبعاد أول كمية من السائل ، ويعاد تعليق بقايا الخميرة فى ماء لاجراء التحليل الذاتى عليها باستخدام التلوين • وتستغرق عملية استخلاص ٨٥ ــ ١٠٠٪ من الانفرتيز المتبقى فى بقايا الخميرة حوالى ٢٤ ساعة . ويمكن اجراء التحليل الذاتى الجزئى فى وسط متعادل باستعمال ايدروكسيد الامونيوم • وفى بعض الطرق يستعمل جلوكوز ولكتوز لتحويل السائل الى عجينة يمكن تجفيفها وتحويلها الى ناتج جاف صلب ، ويستخدم السكروز لعمل شراب sirup ولتأثيره الواقى على الانفرتيز، ويرسب الانزيم بكحول البروبايل المشابه أو بكحول آخر ويجفف الانزيم المترسب ويذاب فى محلول جليسرول تركيزه ٦٠٪ • وفى طرق أخرى ينقى الانزيم بالادمصاص adsorption and elution أو بالترشيح ultrafiltrationأو بالانتشار dialysis • ومن الطرق الصناعية الاخرى طريقة نيبرج Neuberg التى فيها يرسب الانفرتيز باستعمال كلوريد الكالسيوم وفوسفات الصوديوم الثنائية ويغسل مركب الانزيم والملح المترسب ويجفف على درجة حرارة منخفضة ، ويضاف للمسحوق أحماض صلبة أو أملاح حضية لتثبيته stabilized • وفى طريقة جور وكربى وفرى Gore, Kirby and Frey يجرى التحليل الذاتى عند pH ٦ر٥ ــ ٠ر٨ ويفصل السائل عن البقايا الصلبة ويضبط pH السائل عند ٥ر٣ ــ ٥ر٤ لترسيب بروتين الخميرة وفصله بالترشيح ، ويعاد ضبط pH الراشح عند ٥ر٤ ــ ٣ر٦ ويمزج بالجليسرول ليعطى تركيزا قدره ٥٠٪ تقريبا •

ويستخدم الانفرتيز فى كثير من الصناعات الغذائية ، فقد يضاف داخل الفوندان fondant المغطى بالشيكولاته لتكوين سكر محول فى الداخل • ويضاف الانزيم للشراب sirup المحضر من سكر قصب أو عصير سورجم sorghum juice لتحويل السكروز الى سكر محول فيمتنع التسكير أثناء تخزين الشراب • ويستخدم الانفرتيز فى تحضير السكر المحول الذى يستخدم فى كثير من الصناعات مثل المنتجات المخبوزة والحلوى • وتمتاز طريقة الانزيم فى تحضير السكر المحول بعدم ارتفاع نسبة الرماد فى الناتج •

اهمية الأميليز :

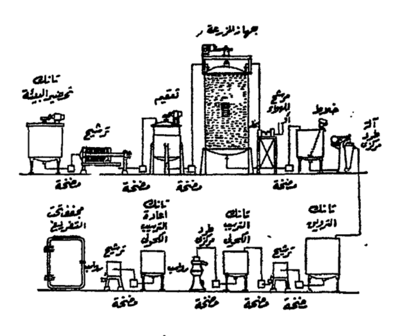
تنتشر انزيمات الاميليز فى كثير من المواد الغذائية ولها تاثير واضح فى تصنيع بعض المنتجات الغذائية كمنتجات الحبوب • والاميليزات منها الفا التي تحول النشا الى دكسترينات، ومنها بيتا التيتحول الدكسترينات الى ملتوز أو الى دكسترينات أصغر ولذا تعرف باسم انزيمات السكر saccharifying enzymes

وتستخرج الاميليزات تجاريا من البكتريا مع مراعاة فصل الانزيمات البروتيوليتية عن الانزيمات الاميلوليتية لان كلاهما يتكون أثناء نمو البكتريا ، الا أنه يمكن التحكم فى نقاوة سلالة البكتريا وتركيب البيئة وظروف نمو البكتريا للحصول على ناتج غني بالاميليزات أو بالبروتييزات• ففى طريقة والرشتين Wallerstein تستخدمبيئة من مواد بروتينيةمتحللة بها كسب فول الصويا والفول السودانى كمصدر للنتروجين وبها نشا عادية أو نشا مهضومة انزيميا كمصدر للكربون وبها فوسفات معدنية وأملاح بوتاسيوم وكالسيوم ومغنسيوم وحديد ومنجنيز • ولتحضير المستخلص يغلى الكسب أو يعامل بحامض معدنى مخفف أو بالانزيمات لتحليل البروتينات مائيا ، ثم تضاف المواد الكربوايدراتية والمعدنية ، ويرشح المخلوط ويعقم بالحرارة على درجة ١٢٥ ـ ١٣٠°مئوية تحت ضغط

مرتفع ، وبعدها يبرد المستخلص mash الى درجة حرارة مناسبة لنمو البكتريا ويلقح السائل بسلالة باسيلس سابتلس Baccilus subtilis ويوضع فى جهاز اكثار البكتريا وتضبط درجة الحرارة وسرعة التهوية جيدا ويستمر الاكثار لمدة أسبوع تقريبا وبعدها ينقل السائل ويبرد ويزال منها الخلايا البكتيرية بالطرد المركزى ويخزن على درجة حرارة منخفضة أو يحفظ بالمواد الحافظة antiseptics . ويمكن تركيزالمستحضر السائل تحت ضغط منخفض ، وقد ينقى بترسيب البروتينات بالكحول أو بكبريتات الامونيوم أو بمذيبات أخرى . ويلزم التحكم فى ظروف العملية للحصول على مستحضر غنى فى الانزيمات الاميلوليتية أو فى الانزيمات البروتيوليتية . وفى طريقة أخرى تستعمل ردة القمح فيحضر المستخلص mash باضافة ٢ر٥ جزء من محلول منظم فوسفاتى مخفف به جرام ونصف فوسفات بوتاسيوم أحادية وثلاثة جرامات ونصف فوسفات بوتاسيوم ثنائية فى اللتر الى جزء واحد بالوزن ردة قمح ويعقم المخلوط على درجة ١٢١° مئوية لمدة ساعة ، ويلقح المستخلص ببكتريا باسيلس سابتلس ويوضع فى المحضن على درجة ٣٧° مئوية لمدة ٤٨ ساعة ويستخلص بنفس المحلول المنظم الفوسفاتى مع اضافة محلول كلوريد كالسيوم تركيزه ٢٠٪ بنسبة ملليلتر واحد لكل أربعين ملليلتر محلول منظم ، وبالطرد المركزى تزال الردة والراسب من المستخلص الغنى بالانزيم . وفى طريقة أخرى تستخدم بعض مخلفات صناعة كحول الايثايل Thin stillage .

وتستخدم الاميليزات المستخرجة من البكتريا فى صناعة كثير من منتجات الحبوب مثل التأثير على نشا الحبوب المستخدمة فى التخمرات ، واذابة نشا الكاكاو الموجودة فى شراب الشيكولاتة . وتستخدم الاميليزات المستخرجة من فطر الاسبرجلس أو ريزى فى ترويق عصير الفاكهة والنبيذ والبيرة بتحليل ما يوجد بها من النشا ، وقد يضاف المستحضر الانزيمى فى العجينة لتحسين صفات الخبز من وجهة اللون وانتاج الغاز بدلا من اضافة المولت . وتتلخص طريقة استعمال الاميليزات فى ترويق عصير الفاكهة المعد لصناعة الجلى فى سلق الفاكهة

واستخراج العصير وتبريد العصير لدرجة ٨٥ ـ ٩٠°١٠٠ فهرنهيت واضافة ـ الدياستيز بنسبة جزء لكل ستة آلاف جزء عصير تفاح وضبط حموضة العصير عند pH ٤ ودرجة الحرارة عند ٨٥° فهرنهيت على الاكثر ، وبعد نصف ساعة يرشح العصير أو يعامل بالطرد المركزى ويسخن لدرجة ١٦٠° فهرنهيت لقتل الانزيم ٠



إنتاج الإنزيم البكتيرى

للرنين rennin or rennet اهمية خاصة فى صناعة الجبن ، فهو الذى يجبن كازين اللبن مكونا مركبا كلسيوميا غير قابل للذوبان ٠ وتتوقف صفات الجبن الناتج على طريقة التصنيع بما فى ذلك درجة الحرارة وكمية الانزيم المضافة ودرجة الحموضة الفعلية pH أثناء التجبن وتسخين وتسوية وكبس الخثرة ٠

ويحضر الرنين من معدة العجول بثلاث طرق رئيسية هى طرق بلومنثال وحامض الكلوردريك وكيل ٠ ففى طريقة بلومنثال Blumenthal

تطحن المعدة الجافة ويوضع المسحوق الناعم فى وعاء خشبى كبير ويضاف لكل مائة رطل خمسون كيلوجراما كلوريد صوديوم مع اضافة مادة حافظة مثل الكحول أو الجليسرول أو الثيمول أو حمض بوريك بالقـــدر الكافى مذابة فى ألف ربع quart من المـــاء ، ويقلب المخلوط ببطء عدة أيام متتالية حتى يتوقف الازدياد فى نشاط الرنين وبعدها يسحب السائل أى المستخلص من أعلى • ويزال المخاطين mucin من المستخلص باضافة قليل من حامض الكلوردريك والترشيح خلال مرشح الضغط • ثم يشبع الراشح بكلوريد الصوديوم ويؤخذ الراسب المتكون لينشر فى طبقات رقيقة ويترك على درجة الحرارة العـــادية حتى يجف • وأخيرا تطحن الكتلة المتـكونة وتضبط قوة المسحوق الناعم بالتخفيف بملح الطعام • وفى طريقة حامض الكلوردريك تستعمل المعدة الطازجة ولا تغسل للحفاظ على مخاطها ، فتفرم المعدة ويضاف اليها ماء بمقدار ٢ ــ ٢½ قدر حجمها ، ويضـــاف حامض كلوردريك لخفض الحموضة الفعلية pH الى ٢ ــ ٣ ، ويوضع المخلوط فى برميل سعة خمسين جالونا ويقلب بمقلبات خشبية آليا أو يفصل يدويا مع اضافة ملح الطعام أثناء التقليب البطيء على درجة الحرارة العادية حتى تتكون خثرة على السطح بعدها يترك المخلوط هادئا طول الليل لتستكمل الخثرة تكونها وانفصالها ، وفى اليوم التالى تكشط الخثرة وتوضع فى أكياس الترشيح وتترك للتصفية حتى اليوم التالى ، ثم يدفع الجزء المتبقى خلال شاشة متسعة الثقوب ويجمع على صـــوانى التجفيف ويجفف بالهواء الساخن فى الفرن على درجة ٥٠° مئوية ، وأخيرا يطحن الناتج فى طاحونة الكرات ball mill وتقدر قوته • وفى طريقة كيل Keil يفرم ٨٩٠ جزءا بالوزن من معدة العجول الطازجة ويضاف اليهـــا ١٩ر٦ جزءا بالحجم من حامض الكلوردريك بتركيز ٢٤٪ لخفض الحموضة الفعلية pH الى ٢ــ٣ فينطلق الرنين ويزداد نشاطه ، ويزاد النشاط برفع درجة الحرارة الى ٤٢ ــ ٤٦° مئوية ، ثم يضاف للمخلوط ٢٥ جزءا بالوزن فوسفات ثلاثى الصوديوم أو سترات الصوديوم لرفع درجة pH الى ٥ر٥ وللمساعدة على انتشار النسيج العضلى فى المـــاء ، ويجفف المخلوط بنشره على الصوانى وتعريضه لتيار من الهواء أو بتعريضه للتفريغ مع مراعاة عدم ارتفاع درجة

الحرارة الى الحد المتلف للانزيم • ويمكن التخلص من الدهن المستخلص بمعاملة الناتج بمذيب دهنى مثل الهكسان أو الجازولين ثم يجفف الناتج بتيار من الهواء بعد ذلك ويطحن وتقدر قوته •

ويستعمل الرنين فى صناعة الجبن أساسا ، كما يدخل فى صناعة مساحيق البودنج • وعادة تستخدم انزيمات أخرى مع الرنين ، كأن يمزج البيبسين بالرنين ، ومثل الانزيمات المستخدمة في تسوية الجبن وهى البابين والبانكرياتين •

أهمية البابين :

البابين papain عبارة عن مسحوق مجفف يمثل عصارة ثمار الباباز Carica papaya الغير مكتملة النضج التى تزن الواحدة منها حوالى أربعة أرطال • ويبدو أن هذا الانزيم ينتمى للبرولامينات فهو يذوب فى الكحول ٧٠٪ ، ووزنه الجزيئى حوالى ٢٧٠٠٠ ـ ٣٠٠٠٠ ، وهو سريع التأثر بالحرارة والأكسدة ، الا أنه يستعيد نشاطه عند اختزاله بكبريتيد الايدروجين وبالكبريتيتات • ويبدو أن المستحضر التجارى عبارة عن مجموعة من الانزيمات البروتيوليتية •

ويحضر الانزيم بعمل ثلاثة أو اربعة حزوز فى الثمرة وجمع العصارة المتدفقة في وعاء يوضع أسفل الثمرة أو يترك ليتجمد على الثمرة وبعدها يجمع ويجفف على درجة أقل من ١٠٠ ٥ فهرنهيت تحت ضغط منخفض بسرعة لتحاشى حدوث تخمر به • وبتكرار هذه العملية على الثمار مرة كل اربعة أو خمسة أيام يمكن الحصول على كمية من المستحضر الانزيمى تتراوح بين أوقية وأربعة أوقيات للشجرة الواحدة أو مائة رطل للفدان • ويمكن الحصول على انزيمات تنتمى لمجموعة البابين من عصارة التين وتسمى ficin أو من جذور نبات السبيع milkweed وتعرف باسم asclepain •

ويستخدم مستحضر البابين تجاريا فى تليين tenderizing اللحوم وفى تحضير الاطعمة المهضومة مبدئيا وفى بعض الاغراض الاخرى ، ويستعمل المستحضر فى صورة محلول عادة بتركيز خمسة فى المائة · وأحيانا يستعمل الانزيم فى تخفيف حدة جلوتين عجينة الدقيق القوى وفى تبريد البيرة لتحليل البروتينات ومنع روسبها أثناء تبريد البيرة chillproofing .

اهمية البروميلين :

يتماثل البروميلين bromelin مع البابين فى صلاحيته لهضم البروتينات وتجبين اللبن · ويستخرج الانزيم من عصير الأناناس، ويزداد نشاط الانزيم بزيادة نضج الثمار ·

ويرسب الانزيم من عصير الاناناس باضافة كبريتات الامونيوم أو الكحول · ويمكن استرداد الكحول بالتقطير واستخدام المادة المتبقية فى التخمر الكحولى لاحتوائها على سكر ·

ويستخدم المستحضر الانزيمى فى تليين اللحوم ·

اهمية البروتييزات البكتيرية :

تستخدم البروتييزات المستخرجة من البكتريا فى ترويق وتعتيق مشروبات المولت وفى تعديل العكارة الناشبة عن البروتينات فى البيرة ·

اهمية البروتييزات الفطرية :

تستخدم البروتييزات المستخرجة من الفطريات fungi فى تعتيق البيرة ، وعادة تضاف كمية صغيرة من الانزيم خلال أى مرحلة من مراحل صناعة البيرة بعد غليان المستخلص wort · ويفيد هذا الانزيم فى تحليل البروتينات التى قد تترسب وتسبب عكارة فى البيرة عند تبريدها

لدرجة حرارة منخفضة . وأنسب درجات الحموضة لنشاط هـذا الانزيم هى pH ٤ ـ ٤ر٥ . ويستعمل الانزيم فى خفض لزوجة بياض البيض مما يسهل ترشيحه قبل تجفيفه ، كما يستخدم فى تحليل المادة البروتينية الجيلاتينية الموجودة فى بقايا تصنيع الأسماك وفى مرشحات المياه وبذلك تصبح صالحة للاضافة فى مواد العلف ، وأحيانا يستخدم الانزيم فى تليين اللحم الحيوانى مثل البابين .

أهمية الببسين :

يستخرج الببسين pepsin تجاريا من الغشاء المخاطى لمعدة الخنزير أو معدة الابقار ، فتفرم المعدة وتمزج بما يعـادل ضعف أو ثلاثة أمثال حجمها حامض كلوردريك أو فوسفوريك مخفف ، ويترك المخلوط على درجة ٥٣٨ مئوية مدة يومين مع التقليب المستمر ، ويبرد المخـلوط ويرشح لفصل المادة التى لم تهضم ، ويجفف الراشح على درجة ٥٤٠ مئوية تحت ضغط منخفض ، وينقى الانزيم بالترسيب الجزئى بالكحول أو الاسيتون ثم التجفيف على درجة حرارة منخفضة .

ويستخدم الببسين فى صناعة الجبن مع الرنين ، كما يستخدم فى عملية تبريد البيرة .

اهمية البانكرياتين :

يستخـرج البانكرياتين pancreatin من غدة البنكرياس ، وهو عبارة عن مخلوط من مجموعة انزيمات هى التربسين trypsin والكيموتربسين chymotrypsin وأميليز البنكرياس وليبيز وكربوكسى ببتيديز .

وللحصول على مستحضر انزيمى خام يجفف بنكرياس الخنزير أو الماشية ويطحن وينخل لازالة الأليـاف . وللحصـول على مستحضر نقى

تطحن الغدد مع الماء وتضبط الحموضة الفعلية عند pH ٤ ــ ٥ باضافة حامض وتضـاف مادة حافظة كالكلوروفورم . وتترك الكتـلة فى محضن بضعة ساعات أو تترك على درجة الحرارة العادية لمدة ٢٤ ساعة لتحويل الزيموجين zymogens والتربسينوجين trypsinogen والكيموتربسينوجين chymotrypsinogen الى انزيمات ، ويرشح المخلوط ويجفف الراشح تحت ضغط منخفض أو فى تيار من الهواء البارد للحصول على الانزيمات · وفى طريقة أخرى يجمد البنكرياس ويقطع الى شرائح ويترك فى حالة مجمدة حتى ينشط النسيج ثم توضع الشرائح فى صوان وتترك على رفوف داخل غرفة درجة حرارتها ٥ مئوية حتى تنصهر ويجمع السائل ويجفف ·

ويستخدم البانكرياتين فى صناعة الجيلاتين وفى تحليل البروتين وفى تسوية الجبن ·

أهمية التربسين :

يستخرج التربسين تجاريا من بنكرياس الخنزير والماشية ، مع مراعاة استبعاد الأميليز والليبيز أثناء التحضير · فيحضر الراشح بنفس طريقة تحضير البانكرياتين ويعامل الراشح بالكحول أو الأسيتون على درجة حرارة منخفضة لفصل التربسين عن بقية الانزيمات · وفى طريقة أخرى يعامل الراشح بأكسيد المغنسيوم لمعادلة الحموضة وتكوين راسب يحوى بين طياته الأميليز مدمصا adsorbed ، ويزال الراسب بالترشيح ، ويضاف حامض فوسفوريك لتحميض المخلوط ثم يعادل المخلوط بالطباشير فيتكون راسب من فوسفات الكالسيوم يحتوى على الليبيز مدمصا ويمكن ازالته بالترشيح ، وأخيرا يجفف الراشح أو يعامل بالكحول أو الأسيتون لفصل التربسين من بقية الانزيمات ·

ويستخدم التربسين فى كثير من الأغراض التى تستخدم فيها انزيمات البروتينيز ·

اهمية البكتيز والبكتينيز :

يحلل البكتيز البكتين ويفصل كحول الميثايل من جزيئه ، ويستخرج الانزيم من البرسيم الأخضر الطازج ونبات البطاطس والطماطم والبقوليات المنبتة . كما يوجد استريز البكتين فى الباذنجان وبعض الخضروات وتنتجه بعض الأحياء الدقيقة ، وانزيمات البكتينيز تحلل أحماض البولى جلاكتيرونيك polygalacturonic acids أى أحماض البكتينك منتجة أحماض أحادى الجلاكتيرونيك بكسر الروابط الجليكوزيدية ، وتستخرج هذه الانزيمات من بعض الأحياء الدقيقة الفطرية مثل البنيسليوم Penicillia . وتنشط انزيمات البكتينيز على درجات حرارة منحصرة بين الصفر والستين مئوية الا أن درجة الحرارة المثلى تقرب من ٣٧٫٨° مئوية أى ١٠٠° فهرنهيت ، ولكن النشاط الانزيمى يختفى تماما بالتسخين على درجة ٦٠° مئوية لمدة عشر دقائق ويكون قتل الانزيم أسرع على درجة حرارة اعلى من ٦٠° مئوية .

وتقوم انزيمات البكتينيز بتحليل البولى يورونيدات البكتينية pectic polyuronides فى عملية الترويق clarification فتزول الغرويات المسببة للعكارة . ومن المستحضرات الانزيمية التجارية البكتينول pectinols المستخدم فى ترويق عصير الفاكهة ، ومنه بكتينول A يناسب عصير التفاح ونبيذ التفاح ويتكون من ٧٫٦٪ انزيم مع ٩١٫٥ سكريات منها ٦٢٫٣ جلوكوز ، ٢٤٫٣ فركتوز ، ٤٫٩ سكروز ، وبكتينول M يناسب عصير ونبيذ الثمار العنبية berries والخوخ وبكتينول W يناسب عصير ونبيذ العنب ، وبكتينول D100 يصلح للأغراض التحليلية . والفلتراجول filtragol مستحضر انزيمى تجارى معروف .

ويحضر البكتين ـ ميثايل استريز من الطماطم بتقطيع الثمار وضبط الحموضة عند pH ٨ وتجميد الكتلة وازالة الثلج بالطرد المركزى عدة مرات وتركيز الانزيم وترسيب الانزيم بالتحليل الغشائى dialyzing فى الماء المقطر لمدة ثلاثة أيام واعادة استخلاص الراسب على درجة ٣٠° مئوية بمحلول كلوريد صوديوم تركيزه عشرة فى المائة لمدة ساعة ، ويكرر

ذلك مرتان باستعمال قدر صغير من السائل ويعـاد التحليل الغشـائى للحصول على ناتج فائق النشاط . ولتحضير الانزيم من البرسيم alfalfa يضاف للعصير مادة حافظة كالكلوروفورم ويترك المخلوط للترسيب مدة ٢٢ ساعة بعدها ترشح الكتلة ويرسب الانزيم باضافة حجمين من الكحول تركيز ٩٠٪ ويفصل الراسب ويذاب فى الماء مع الرج على فترات خلال خمس عشرة ساعة وتزال أى مادة غير ذائبة بالترشيح ، ويرسب البكتيز باضافة كحول تركيزه ٩٠٪ ويجفف الراسب على كلوريد كالسيوم تحت ضغط منخفض . ويزداد نشاط البكتيز المستخرج من الطماطم الى ثلاثين مثل تقريبا عند pH ٥ر٧ فى وجود كاتيونات أحـادية بتركيز ٢ر٠ جـزىء فى اللتر أو كاتيونات ثنائيـة بتركيز ٠٢ر٠ جـزىء فى اللتر . ولتحضير البكتينيز من الفطر تلقح البيئة المناسبة بفطر اسبر جلس نيجر Aspergillus niger او بسلالات بنسـليوم وبعد اتمـام التكاثر يستنقع macerated ويستخلص ويرسب الانزيم ويركز .

ويستخدم البكتيز والبكتينيز فى ترويق العصير والنبيذ وفى تحضير بكتينات قليلة الميثوكسيل لاستعمالها فى صناعة منتجات جيلية ، ويعتقد أن نشاط البكتينيز يستوجب وجود البكتيز . وتتوقف الكمية المطلوبة من الانزيم على درجة نضج الثمـار ودرجة حـرارة ومدة المعاملة . فعلى سبيل المثال يلزم ١٢ ـ ١٤ أوقية من البكتينول A لكل مائة جالون عصير لاتمام التفاعل خلال ١٢ ـ ١٥ ساعة على درجـة ٥ر١٥ ـ ٣ر١٨° مئـوية ، وتزداد كميـة الانزيم الى ثلاثة أمثـال لخفض الزمن الى أربع سـاعات . ويستخدم البكتيز والبكتينيز فى تحليل البكتين عند تركيز عصير التفاح الى ٧٠ ـ ٧٥° بركس حيث يصبح ذلك ضروريا . كذلك يحلل البكتين انزيميا فى عصير الموالح المحضر للاسـتعمال فى صناعة الحلوى السـكرية الجافة . وقد لوحظ أن اضافة البكتينيز للتفاح قبـل عصره تؤدى الى زيادة كميـة العصـير النـاتج . ولتحاشى دكنـة اللون المتسببة عن هذه الانزيمات يمكن اضافة حامض اسكوربيك . وفى ترويق النبيذ يضاف الانزيم بنسبة رطل لكل مائة رطل ثمار عنب مهروسة .

اهمية الليبيزات :

تمثل الليبيزات مجموعة من الانزيمات أهمها ليبيز البنكرياس وليبيز المعدة وليبيز الكبد والليبيز البروتينى ricinus lipase • ويمكن الحصول على ليبيز البنكرياس من الغدة نفسها أو من عصارتها ، وهو يحلل جليسريدات الأحماض الدهنية ذات الوزن الجزيئى المرتفع بسرعة مناسبة ، غير أن سرعته أبطأ فى حالة الاسترات ذات الوزن الجزيئى المنخفض • والليبيز المعوى لا يحلل الدهون بسهولة الا اذا كانت فى صورة مستحلب مثل دهن اللبن ودهن البيض ، وتختلف درجة pH المثلى للانزيم باختلاف الثدييات • وليبيز الخروع يستخرج من بذور الخروع ويحتوى على مواد بروتينية سامة وهو يحلل الدهون بسهولة • ولانزيم الليبيز دور خاص فى ظهور النكهة المميزة لبعض أصناف الجبن •

اهمية التانيز :

يختص التانيز tannase بتحليل الاسترات التى تحتوى على شق حامضى به مجموعتا ايدروكسيل فينولى phenolichydroxyl ويستخرج التانيز من الأسبرجلس نيجر ، وهو يستخدم فى تحليل المركبات المعقدة المحتوية على بروتين وتانين فى البيرة فيصفو اللون •

وحدات قياس الانزيمات :

يقدر نشاط الانزيمات بوحدات تعبر عن كمية الانزيم اللازمة لتحويل قدر معين من المادة المتفاعلة تحت ظروف محددة • وتفيد هذه الوحدات enzyme units فى مقارنة نشاط المستحضرات الانزيمية المختلفة تحت ظروف معينة • ويستدل على نقاوة المستحضر الانزيمى بمعرفة نسبة نشاطه الى محتوياته من المواد الصلبة أو النتروجين ، وتؤكد نقاوة المستحضرات الانزيمية بالالكتروفوريزس أو ultracentrifuge أو

electrophoresisومنحنيات الاذابة solubility curves وبدراسة نشاطها النوعى باستعمال مواد متفاعلة قياسية تحت ظروف محددة ·

وتعبر وحدة السكاريز عن كمية الانزيم التى تخفض قدرة محلول سكروز ، تركيزه أربعة جرامات ذائبة فى ٢٥ ملليلترا من محلول فوسفات ثنائى الصوديوم تركيزه واحد فى المائة ، على تحويل الضوء optical rotation الى الصفر خلال دقيقة واحدة على درجة ٥ر١٥° مئوية · وهذا الخفض يقابل تحليل ٥ر٧٥٪ من المادة المتفاعلة بتأثير الانزيم ·

ووحدة الليبيز هى كمية الانزيم التى تحلل ٢٤٪ من ٥ر٢ جراما زيت زيتون قيمة تصبنه ٥ر١٨٥ فى نظام يحتوى على ملليلترين محلول منظم من الأمونيا وكلوريد الامونيوم الأساسى القوة حموضته الفعلية pH ٨ر٨ وعشرة ملليجرامات كلوريد كالسيوم وخمسة عشر ملليجراما بياض بيض بحجم كلى قدره ١٣ ملليلترا ، خلال ساعة واحدة على درجة ٣٠° مئوية ·

ووحدة الفوسفاتيز عبارة عن كمية الانزيم التى تلزم لاعطاء كمية من الفوسفات توازى عشر ملليجرام فوسفور من البيتا جليسرو فوسفات ، عند pH ٩ ودرجة حرارة ٣٥° مئوية وفى وجود ٠٠١ر٠ــ٠٠٦ر٠ جزئ ملح مغنسيوم خلال ساعة واحدة ·

ووحدة اليوريز هى كمية الانزيم التى تنتج ملليجراما واحدا من النتروجين الأمينى على درجة ٧٠° مئوية وعند pH ٠ر٧ خلال خمس دقائق ·

ونشاط البيروكسيديز يقاس بعدد ملليجرامات البربيوروجاللين purpurogallin التى ينتجها ملليجرام واحد من المستحضر الانزيمى خلال خمس دقائق على درجة ٢٠° مئوية فى نظام يحتوى خمسة جرامات بيروجاللول وخمسون ملليجراما فوق أكسيد ايدروجين ذائبة فى لترين·

ومن المواد المتفاعلة substrate المستخدمة فى هذا التقدير أحيانا leucomalachite green

ونشاط الكتاليز يقدر بثابت السرعة velocity constant محسوبا من سرعة تحلل محلول فوق اكسيد ايدروجين تركيزه ٠١ر٠ أساسى فى محلول فوسفات منظم درجة pH له ٨ر٦ عند درجة حرارة الصفر المئوى ٠ ويستدل على نقاوة مستحضر الكتاليز بقدرة الكتاليز catalase capability وهى نسبة ثابت السرعة السابق تعريفه الى جرامات المادة الجافةفى خمسين ملليلترا من مخلوط التفاعل ٠

ووحدات البروتينيز تحدد باستخدام اختبارات متعددة كطرد مجموعة ندم ، أو الكربوكسيل ك ١ ١ د أو بالتقدير اللونى colorimetry أو viscometry أو nephelometry ، مع مواد متفاعلة كالألبومين أو الكازين أو الجيلاتين أو الاداستين ٠ ففى طريقة تقدير اللون يظهر لون أزرق عند معاملة المواد المحتوية على تيروزين وتربتوفان بجوهر الفينول ٠ فالهيموجلوبين يهضم بالانزيمات تحت ظروف محددة ويرسب البروتين غير المهضوم بحامض الخليك ثلاثى الكلور وتقدر الناتجات غير المترسبة بطريقة الألوان ٠ وتعرف وحدة البروتينيز بأنها كمية الانزيم التى تهاجم الهيموجلوبين بسرعة اطلاق كمية من الناتجات فى الدقيقة تعطى لونا مع الفينول كثافته توازى ملليمكافىء milliequivalent تيروزين ، تحت ظروف محددة ٠ ويعرف النشاط النوعى specific activity بأنه النشاط لكل ملليجرام من نتروجين الانزيم ٠

الفصل الرابع

عمليات التصنيع الغذائي

في عمليات التصنيع الغذائي تؤخذ احتياطات عديدة للمحافظة على صفات المادة الغذائية ومنع تلوثها بآثار من مادة الأدوات والآلات • وهذه العمليات متعددة الأغراض ، وقد اصطلح على تقسيمها الى قسمين أساسيين ، هما وحدة العمل unit operation ووحدة التصنيع unit process • ففي المجموعة الأولى من العمليات لا يعترى الغذاء أي تغيير في تركيبه ، مثال ذلك عمليات الوزن والنقل والتدريج والخلط والتجزيء والفصل والتشكيل والتغطية وقياس الحجم والأبعاد ، بينما في وحدة التصنيع تتعرض المواد الغذائية لتغييرات في تركيبها وصفاتها مثلما يحدث في عمليات التخمير والتجبين والتحليل المائي والانضاج • وهناك عمليات يصعب وضعها في أحد القسمين دون الآخر • ومن الأهمية بمكان أن تختزل فترة التصنيع الى أقصر وقت ممكن ، فقد ثبت أن هذا يكون دائما في صالح المحافظة على صفات الغذاء المصنع • وبديهي أن جودة الغذاء المصنع تتوقف أساسا على جودة صفات المادة الغذائية الخام منذ البدء في تصنيعها •

وماكينات التصنيع الغذائي يلزم أن يراعى في تصميمها البساطة بقدر الامكان ، فهذا يسهل تشغيلها وتنظيفها واصلاحها •

ويجب على القائم بالتصنيع الغذائي دراسة تأثير كل عملية من عمليات التصنيع على صفات المادة الغذائية ، وخصوصا من وجهة التأثير على القيمة الغذائية • وهذا الاجراء ليس سهلا ، اذ بجانب تعدد عمليات التصنيع الغذائي تتعدد أنواع المواد الغذائية بل وتتعدد أصناف كل منها • الا أن هذا يعتبر الطريق السوى للحصول على منتجات فائقة الجودة • ولا يغفل أن أهم صفة من صفات الغذاء التي تأتي في المرتبة الأولى تستلزم كل عناية ممكنة هي النكهة Flavor لأنها العامل المحدد

لتوزيع واستهلاك المادة الغذائية . فالغذاء جيد النكهة سوف يباع مهما ارتفع ثمنه ، والغذاء الردىء لن يستهلك مهما بخث سعره .

والبحوث العلمية فى مجال التصنيع مازالت جارية ولن تتوقف عند حد ، وفيها يستفاد من خبرة علماء الزراعة والنبات والفلاحة والتحليل والهندسة بالاضافة الى علماء التصنيع الغذائى ، اذ أن كلا منهم يبحث فى اتجاه معين يفيد الآخرين . مثال ذلك تحديد أنسب المعاملات الزراعية للحصول على مواد غذائية خام جيدة الصفات ، وتحديد أفضل الأصناف للتصنيع ، والتعرف على تأثير المعاملات فى تركيب المادة الغذائية بالتحليل، وتصميم الماكينة التى تناسب عملية صناعية معينة ، وتعديل خطوات عملية التصنيع لتتلاءم مع المادة الغذائية وتقليل الفقد أو الضرر أو التغييرات التى تطرأ على الغذاء .

عمليات التداول :

يبدأ العمل فى مصانع الأغذية باستلام الخامات التى ترد الى المصنع غير معباة او معباة فى أكياس أو براميل أو صناديق خشبية أو صفائح أو علب كرتون أو بالات او اسطوانات أو اوعية أو غير ذلك . وهذه تعتبر بداية عمليات التداول Handling، ويعقبها نزع هذه الخامات من العبوات .

وتشمل عمليات التداول أيضا نقل المواد من مرحلة صناعية الى أخرى ، أى من ماكينة الى اخرى او من مكان فى المصنع الى آخر . وهذه العملية الأخيرة قد تدخل ضمن نطاق عمليات النقل conveying . ومن مراحل التداول أيضا نقل المنتجات المصنعة الى المخازن ، ثم اعادة نقلها من المخازن الى عربات التوزيع والشحن .

وتعتبر عمليات التداول مكلفة الى حد كبير ، فهى تستنفد حوالى ٣٠٪ من وقت العمال وحوالى ١٠ ـ ٥٥٪ من تكاليف التصنيع . ويستخدم فى عمليات النقل معدات وأدوات متعددة الأشكال والنظم بسبب اختلاف

أشكال الخامات . لذلك تحدد الأغراض التى سوف تستخدم فيها معدات النقل قبل تصميمها أو اختيارها . ويراعى فى الاختيار عدة عوامل منها طبيعة المادة الخام أو المصنعة ــ ووزنها وحجمها ومسافة النقل وارتفاع المكان الذى ستنقل اليه والوقت المحدد للنقل ومدى سهولة تنظيف المعدات واصلاحها وتشغيلها ، وحجم وشكل وقوة ووزن وعدد العبوات ومدى قابليتها للتلوث .

وتختلف المعدات المستخدمة فى تداول المواد الصلبة عنها فى حالتى المواد السائلة والغازية . ففى تداول المواد ذات القوام الصلب تؤخذ الاحتياطات الكافية لمنع التكسير والذبول.ووسائل نقل المواد الصلبةبصفة عامة هى بالناقلات الميكانيكية **Mechanical Conveyors and Elevators** أو بناقلات الشفط **Pneumatic Conveyors and Elevators** أو بنظام الهواء المضغوط **Compressed air systems** أو بالترولى **Trolley systems** أو بالعربات **trucks** أو غير ذلك .

وفيما يلى موجز عن كل من طرق تداول **المواد الصلبة** :

١ ــ الناقلات البريمية **Screw Conveyors** وهذه عبارة عن بريمة تتحرك داخل جراب **trough** معدنى أو خشبى أو مبنى بالحجارة . وهذه البريمة تنقل المادة من طرف الى الآخر نتيجة لدورانها بقوة الموتور الذى يثبت فى أحد الطرفين . وأحيانا يصمم هذا الناقل بحيث يؤدى مهمة الخلط أيضا . وعندما يصنع الجراب فى هيئة منخل يؤدى الناقل مهمة النخل أيضا . كذلك قد يستعمل هذا الناقل لرفع المواد الى أعلى . وعندما تحاط البريمة باسطوانة مزدوجة الجدران مسخنة بالبخار ويخفض الضغط بالداخل ، يصبح الجهاز عبارة عن مجفف دوران يعمل تحت ضغط منخفض **rotary vacuum dryer** . ومن هذا يتضح أن الناقلات البريمية تؤدى عمل خلاطات ومجففات ومغذيات ومناخل أيضا .

٢ ــ ناقلات السيور **Belt conveyors** : وهى عبارة عن

سير دائرى endless يتحرك على بكرتين أو عجلتين فينقل المـــواد من جهة احدى العجلتين تجـــــاه الأخرى ويصب المواد عند دورانه حول العجلة ، وتستخدم مجموعة عجلات rollers لتحميل السير عليها ٠ ولهذه النـــــاقلات كفاءة عالية فى نقل المواد أفقيا ، كما أنهـــا تســـتخدم فى رفع المـــواد عنـــدما لا تتجـــــاوز زاوية الـــرفع عشرين درجــــة ٠ وتتوقف قدرة هذه الناقلات على سرعة دوران السير وعرضه وشكله ٠ وهذه السيور قد تصنع من مواد قطنية cotton web belts وتفيد فى نقل العبوات والصناديق الورقية، أو من أسلاك متشابكة woven wire belts تناسب عمليات الرش بالرذاذ والتجفيف فى مصـــانع التعليب والخبيز والحلوى والجيـــلاتى والمخللات وتعبئة الفـــاكهة واللحم والتجميد السريع وعمليات الغسيل نظرا لوجود فتحات تسمح بتصريف المياه ، أو من مواد قطنية مغطـــــاة بالمطـــــاط rubber coated cotton belts تتحمل خشونة التداول ، أو من الصلب ليسهل تنظيفها وتعقيمها ٠

٣ ــ ناقلات السلاسل Chain conveyors : وهى تشبه ناقلات السيور تقريبا فيما عدا وجود سلسلة على كل من الجانبين ويوجد على السطح الناقل مجموعة سلال buckets أو slats أو aprons أو غيرها لتؤدى عملية النقل ٠ وهـــذا النوع من الناقلات يستخدم فى مصـــانع الألبان وتعبئة الزجاجات والتعليب والمطاحن وغيرها ، كما يستخدم فى تفريغ شحنات العربات ٠

٤ الناقلات شبه الرأسية Flight Conveyors and Elevators وهى عبارة عن سلسلة أفقية تحمل دوافع رأسية projections or flights تدفع المادة المراد نقلها فى مجرى من الصلب أو الاسمنت أو الطوب ٠ وهذه الناقلات ترفع المواد بزاوية قد تصل الى ٤٥° ٠

٥ ــ ناقلات السحب Drag Conveyors : وهى مكونة من سلاسل رقيقة متحـــركة فى قاع مجـــرى ، وبتحركها تتحرك معهـــا المواد بنفس

السرعة · ويكثر استخدام هذه الناقلات فى المطاحن ومصانع الأغـذية لنظافتها وقلة نفقات تشغيلها ·

٦ ــ ناقلات القواديس الرأسية Bucket Elevator : وهى مجموعة قواديس مثبتة على سير تسحبه قوة من أعلى فتنقل القواديس المادة من أسفل تجاه أعلى وتصبها أثناء دورانها لتعود الى أســـفل خاوية· وعادة تحاط هذه الناقلات بغلاف وبرغم ذلك فاحتمال التلوث كبير · وكانت هذه الناقلات مستعملة بكثرة فى المطـــاحن الى أن حـل محلهـــا نظام الشفط pneumatic system ·

٧ ــ الناقل الأنبوبى المطاط rubber tube conveyor وهو عبارة عن أنبوبة من المطاط مشطورة الى نصفين بحيث يسهل فتحها لتعبئتها بالمواد واعادة قفلها ، وهى تتحرك من مكان الى آخر فى أى اتجاه حيث تفرغ وتعـــاد الى موضعها الأصلى لتكرار ملئها · وهـذا الناقل خفيف الوزن يستهلك قدرا صغيرا من القوة فى تشغيله ولا يحدث ضجيجا أثناء تحركه ويسهل تنظيفه ولا يحـدث تجريحا فى المـواد ، ويعتبر مناسبا لنقـل السوائل والعجائن ·

٨ ــ ناقلات الكتل En Masse or Redler conveyors : وهى تشبه ناقلات السحب فى وجود دوافع flights على شكل حرف U أو Z لدفع المواد داخـل مجرى مغلق · وتستعمل هذه الناقلات فى نقل شرائح جوز الهند والبن وشرائح الذرة وملح الطعـــام الناعم والســـكر وحبوب القمح وحبـوب الفاصوليا الجافة وبيكربونات الصوديوم ·

٩ ــ المغذيات المتذبذبة Vibrating Feeders : وهى ناقلات تتحرك عليهـــا المواد لمسافات قصيرة بتـأثير الذبذبة ، وقد تكون مكشـــوفة أو مغطاة ، وتنقل فى اتجاه أفقى أو الى أعلى أو الى أسفل · وتكاليف صيانة هذه الناقلات زهيدة ، كما أنها نظيفة ولا تحدث تجريحا فى المواد ·

١٠ ـ نظام الهواء المضغوط Compressed Air System وفيه يندفع هواء مضغوط داخل حيز مغلق بداخله مسحوق المادة فيسبب ذلك اندفاع المسحوق فى الاتجاه المرغوب الى المسافة المطلوبة كما لو كان سائلا متدفعا. وهذا النظام لا يلائم المواد الغذائية التى تتعرض للتأكسد السريع فى وجود الهواء • وهو يماثل نظـــام نقل المســـاحيق بالبريمـــة الذى يمكن ادخال الهواء المضغوط عليه بدفعه في اتجاه اندفاع المسحوق • مثـال ذلك Fuller-Kinyon pump •

١١ ـ الأوانى المتنقلة Travelling Crane : وفيها توضع المواد الغذائية داخل سلال buckets أو pallet أو ladle وترفع السلة لأعلى بواسطة سلك يجـذبها لأعلى فى الوقت الذى يلتف فيه السـلك على اسطوانة تدور حول نفسها ، ثم يتحرك الوعاء فى الاتجاه المرغوب على مجرى خاص يمتد فوق سطح الأرض أو فى مستوى مرتفع حتى يصل الى مكان التفريغ فيترك الوعاء لينزل الى أسفل عن طريق تغيير اتجاه دوران الاسطوانة الملتف عليها السلك أو يفتح الوعاء من أسفل ليصب محتوياته أو يقلب الوعاء ليصب محتوياته • وهذا النظام يمكن أن يكون متنقلا فيحمل على عربة تنقله من مكان الى آخر • ويكثر استخدام هـذا النظام في نقل الملح وفوسفات إحادى الكالسيوم •

١٢ ـ السلال المنزلقة Skip Hoists : وفى هذا النظام تمتلىء سلة واحدة كبيرة بالمادة ويسحبها الموتور على منزلق الى أعلى حيث تفرغ محتـويات السلة وتعود بنفس الطريق الى مكانها الأصلى لمعـاودة الملء والانزلاق • ويمكن استخدام سلتين تتحرك المتلئة منهما فى اتجـاه مضاد للأخرى • وهذا النظام قليل الاستعمال فى مصانع الأغذية •

١٣ ـ رافعات الشحن Freight Elevators وفى هذا النظام ترفع عربة الشحن بالضغط الايدروليكى الى مستوى رصيف التفريغ ، وبعد تفريغ الشحنة تنخفض العربة الى وضعها الأصلى •

١٤ ــ ناقلات الشفط **Pneumatic Conveyors** : وبهذه الناقلات تتحرك المادة الغذائية فى أى اتجاه بتأثير التفريغ **vacuum** أو الضغط pressure . وتشغل المادة الغذائية حوالى ١٢٪ من الفراغ الذى تتحرك بداخله بينما يشغل الهواء ٨٨٪ . ويتحرك الهواء بتأثير المراوح blower أو بتأثير جهاز الشفط exhauster . وتستقبل المادة الغذائية فى حيز مجهز بمجمعات الغبار dust collectors ومنه تفرغ فى الاتجاه المرغوب . وهذه الناقلات لها مميزات عديدة . فهى لا تتعرض للانفجار بتأثير اشتعال الغبار نظرا لأن الغبار داخل حيز مقفل . وتسهل عمليات النقل والتفريغ ، وتعمل داخل المبانى أو تحت سطح الأرض . ولا تتعرض فيها المادة الغذائية للتلوث بالأتربة أو بالحشرات ولا تمتص رطوبة أو ترتفع درجة حرارتها ، وتفقد المادة الغذائية جزءا من رائحتها غير المرغوبة بتأثير التهوية ، ولا يتخلف جزء من المادة داخل هذه الناقلات فلا يخشى من حدوث تعفن . ويراعى فى هذه الأجهزة أن بعض المواد الغذائية تتعرض للأكسدة بتأثير الهواء . ويكثر استخدام هذه الناقلات فى نقل الحبوب والمولت والنشا ورماد الأفران .

١٥ ــ ناقلات السلندرات **Roller Conveyors** : وفى هذا النظام تتحرك المواد الغذائية على مجموعة بسلندرات تدور جميعها حول نفسها أو يدور بعضها دون البعض الآخر فيعتمد فى هذه الحالة على دفع المواد الغذائية المتحركة للمواد الموجودة على الاسطوانات غير المتحركة ، ويمكن تغيير اتجاه هذه الناقلات عندما يراد تغيير اتجاه نقل المواد الغذائية .

١٦ ــ نظام الترولى **Trolley Systems** : وفى هذا النظام تنتقل المواد الغذائية فى عربات تتحرك عجلاتها على قضيب يمتد فى مكان يعلو الماكينات ، وتكون الحركة بقوة الموتور أو بالطريق اليدوى . ويمكن تعديل أوعية النقل بما يتفق مع طبيعة المادة الغذائية . وهذا النظام مستخدم فى المخابز ومصانع الألبان والتعبئة .

١٧ ــ العربات اليدوية **Hand trucks** : وهذه تمثل أبسط الطرق

للنقل وأكثرها تكلفة بسبب كثرة الأيدى العاملة اللازمة للنقل ٠ وترتبط كفاءتها بقدرة الأشخاص القائمين بالنقل ٠

١٨ ـ عربات الصناعة Industrial Trucks وهى عبارة عن عربات ذات ثلاث أو أربع عجلات تتحرك بقوة موتور صغير فتنقل بها المواد الغذائية من مكان لأخر وبذلك توفر كثيرا من الجهد الانسانى ٠

١٩ ـ عربات الرفع Lift Trucks : وهى عبارة عن عربات fork trucks يمتد طرفها fork تحت الصناديق أو البراميل أو العلب المرصوصة فوق بعضها وترفعها الى أعلى وتسير بها الى مكان التفريغ حتى تتركها ٠ وقد تعدل المقدمة فتصبح فى شكل خطاف clamps وبه يمكن رفع البراميل وتحريكها ورصها وتفريغها ٠ وتتميز هذه العربات بالسهولة والسرعة وتقليل نسبة التلف والمحافظة على سلامة الأشخاص القائمين بالنقل وتسهيل الرص فى المخازن والرقابة ٠

وبالنسبة **للمواد الغذائية السائلة** يجب أن يراعى فى تصميم وسيلة نقلها حمايتها من الفساد البكتريولوجى ٠ وأشهر وسائل نقل المواد الغذائية السائلة ما يلى :

١ ـ الانسياب بفعل الجاذبية الأرضية Gravity Flow : وهذه طريقة سهلة واقتصادية الا أنها تصلح لنقل السوائل من مستوى مرتفع الى مستوى منخفض فقط ٠ ويراعى صنع مواسير النقل من مادة تمنع التلوث أو تغيير صفات السائل ٠

٢ ـ السيفون Siphons : وهذه طريقة سهلة واقتصادية وبها تنقل المواد الغذائية السائلة من أعلى الى أسفل فقط ٠ وهى تمثل أنبوبة يغمر طرفها العلوى فى السائل عند الحد المطلوب للتفريغ ٠ ويمكن تجهيز فتحتى دخول وخروج السائل بوسيلة تمنع انقطاع عامود السائل فى الانبوبة عندما يصل سطح السائل فى صهريج التفريغ الى مستوى فتحة دخول السائل فى الانبوبة ٠

٣ ـ Ejectors فالسوائل يمكن نقلهـــا أو رفعها بالمـــاء أو بالهواء أو بسيفون البخار steam siphons or ejectors ويعتمد فى هـــذه الطريقة على التفـــاوت فى السرعة بين البخـــار المنطلق من فتحة ضيقة محدودة وبين السائل المحيط بالفتحة • فمثل هـــذه السوائل تسخن وتخفف بالبخار وبالماء وتهوى بالهواء •

٤ ـ ناقلات الهواء المضغوط Compressed Air Devices وهى مستخدمةفى رفع الســـوائل التى تحدث تآكلا فى المعادن ، فأحد صورها عبارة عنحيز مغلق acid egg مصنوعمن البلاستيك أو الصلب أو الحديد ومبطن بالرصاص وله قدرة على تحمل الضغط المرتفع ، وبه فتحة علوية لملء الحيز بالسائل بتأثير الجاذبية الأرضية الى ارتفاع مناسب • فعقب ملء الحيز تقفـــل فتحة دخول الســـائل ويدخل الهواء المضغوط من أعلى ليدفع السائل فى أنبوبة جانبية تنقله الى المكان المرغوب • وهذه الطريقة تشبه طريقة السلندرين twin cylinder المعروفة باسم Harris system التى فيها يمتلىء الحيز بالسائل بتأثير التفريغ ثم يفرغ منه بتأثير الضغط • وتعتبر رافعات الهواء air lifts من أبسط وسائل النقل بالاحلال ، ويمثلها أنبوبة على شكل حرف U أحد ساقيها قصيرة يزيد طولها قليلا على نصف طول الساق الأخرى وممتلئة بالسائل حتى نهايتها عن طريق اتصالها بخـــزان السائل ، ويدفع الهواء المضـــغوط عند قاعدة الساق الأخرى فيتحرك السائل الى المكان المرغوب • ويمكن استعمال غاز آخر بخلاف الهواء • وهذه الطريقة تناسب السوائل التى تسبب تآكلا للمعدات • ومضخات الهواء المضغوط تتكون من حيز يمتلىء بالســـائل عن طريق صمام بتأثير الجاذبية الأرضية فينطلق الهواء من صمام آخر نظـــرا لأن السائل حل محله ، ثم يغلق الصمامان ويدفع الهواء المضغوط فينـــدفع السائل فى الأنابيب • ويراعى الاحتفاظ بكمية من السائل داخل الحيز دائما لمنع اندفاع الهواء فى الأنابيب •

٥ ـ المضخات Pumps : وهى تستخدم فى نقل السوائل الى

أعلى أو فى اتجاه أفقى ، وتعمل بالبخار أو الهواء أو الكهرباء أو المـاء ، وتصنع من البلاستك أو الزجاج أو المعادن ، وقد تطلى من الداخل أو تبطن بمادة تمنع تاكل المعدن • وتبعا لمصـدر القوة يطلق على المضخات أسماء متعددة منها gear pumps ، variable flow pumps ، centrifugal pumps ، diaphragm pumps ، turbine pumps rotating plunger pump وتعتبر المضخة variable flow pump طراز Moyno من أفضل المضخات المستخدمة فى نقل السوائل الغذائية سواء كانت منخفضة أو مرتفعة اللزوجة ، وتتراوح كفاءتهـا بين جالون ومائة وخمسين جالونا فى الدقيقة • أما المضخات طراز rotating plunger type فتفيد فى نقل المولاس والشيكولاتة وعجينة المادة الغذائية •

٦ ــ الأوانى المتنقلة وعربات النقل : وهى تستخدم فى نقل السوائل أيضا بجانب صلاحيتها لنقل المواد الغذائية الصلبة •

وبالنسبة **للغازات** التى تستخدم فى مصانع الأغذية والتى تنتج فى المصـانع ويلزم نقلها تستعمل المراوح لدفع الغاز أو سحبه خلال مواسير أو قنوات تصنع من مواد تتحمل الغـاز اذا كان له القدرة على احداث التاكل • وأشهر الوسائل المستخدمة فى هذا المجال هى :

١ ــ المدخنة Chimney : وهى شائعة الاستخدام فى ازالة الدخان وناتجات الاحتراق • وتزود هذه المدخنة أحيانا بتيار من الهواء للمساعدة فى دفع الأدخنة • ويراعى أن تكون المدخنة بارتفاع شاهق فى حالة الغازات التى قد تسبب اتلاف الخضروات وبعض النبـاتات النامية •

٢ ــ المراوح Fans : وهى عبارة عن صفائح blades متصلة بعامود سريع الحركة ، وتتوقف قدرتها على مدى تقعر الصفائح وشكلها •

يغطى السطح بالمطاط فى حالة استعمال المروحة لدفع الغازات القذرة والتى تحدث التآكل •

٣ ـ دافعات الهواء Blowers : وهى تدفع جزءا من الغاز فيتدفق جزء آخر ، وتستمر العملية •

٤ ـ ضاغط الغاز Compressor : وهو يشبه نوعا من المضخات ، وفيه يراعى التخلص من الحرارة التى تنطلق من الغاز أثناء كبسه •

٥ ـ مضخات التفريغ Vacuum pumps : وهى شائعة الاستعمال فى تجفيف المواد الغذائية تحت ضغط منخفض وفى التقطير وفى التفريغ وفى التعبئة تحت ضغط منخفض وفى سحب الغازات والهواء وفى التبخير تحت ضغط منخفض وفى نقل الفاكهة وفى مجففات المقصورة وغيرها •

ويراعى فى اختيار وسيلة نقل المادة الغذائية أن تعزل العبوات التى تتعرض للكسر أو التلوث أثناء النقل ، وأن يكون الجهاز المستخدم للنقل مناسبا لاستمرار الانتاج بدون معوقات ، وأن يكون الجهاز الناقل مصنوعا من مادة معدنية لا تلوث اللبن أو العصير ولا تحدث أكسدة لبعض مكونات المادة الغذائية مثل ما يحدثه النحاس من أكسدة لفيتامين ج وبعض المواد المكسبة للنكهة ، واجتناب الأنظمة المستخدم فيها الهواء فيما لو كان للهواء تأثير مؤكد على المادة الغذائية المراد نقلها ، وأن تؤخذ الاحتياطات اللازمة لمنع اشتعال الغبار المنطلق من المادة الغذائية كالنشا أو الدقيق مثلا باستخدام نظام يمنع انطلاق الغبار أو يكون مانعا ضد وصول الشرر أو الحرارة للغبار ، وأن يكون الجهاز المستخدم خاليا من الأركان والزوايا التى قد تتخلف بهـا كميات من المواد الغذائية وتصبح عرضـة للتعفن فتفسد صفات المادة الغذائية وتجتذب القوارض ، وأن تكون الأجهزة سهلة التنظيف وتقى المواد الغذائية من التلوث بالأتربة ، وأن تكون الناقلات غير متلفة للعبوات •

عمليات الوزن والقياس :

تعتبر عمليات الوزن والقياس **weighing and measuring** من مستلزمات التصنيع الغذائي • ولا يكتفى عادة بالوزن والقياس عند الاستلام والتسليم فقط ، بل يجرى ذلك أيضا فى مراحل متعددة أثنـاء التصنيع • ولذلك توجد أجهزة الوزن أو القياس فى مناطق متعددة من المصنع مثل السيور والمضخات ورصيف الاستلام وغيرها • وتفيد هذه الأجهزة فى معرفـة مقدار الفقد الصنـاعي ، وعندمـا يزداد مقدار الفقد عن هذا الحد وجب البحث عن مسببات الفقـد وتعديل النظـام لتحاشى حدوث مثل هذا الفقد • وعمليات الوزن والقياس هذه لها أهميتها الاقتصادية ، كما أنهـا يجب أن ترتبط بجهود معمل مراقبـة جودة الانتـاج الذى يحدد مدى حدوث الفقد فى مكونات الطعـام كالفيتامينات والمعـادن والبروتينات وعوامل النكهة والمواد الملونة والنشاط الانزيمى وغيرها ،كما يجب المبادرة الى معالجـة هذا الفقد فى المكونات اذا كان بنسـب مرتفعـة نسـبيا •

وأجهزة وزن وقياس **المواد الصلبة** هى :

١ ـ الموازين الأوتوماتيكية Automatic scales : وهى تمتاز على الموازين اليدوية بالدقة والسرعة وتماثل الدفعات الموزونة • ويتكون الميزان الأوتوماتيكى من قادوس ومغذ feeder يعمل بتأثير الجاذبية الأرضية اذا كانت المادة قابلة للانسياب أو باستخدام بريمة **screw** أو اسطوانة **drum feeder** اذا كانت المادة غير قابلة للانسياب بسهولة ، وفتحة للتفريغ • فعندما تنصب المادة فى القادوس بالكمية التى تساوى الثقل المقابل تغلق فتحة الملء أوتوماتيكيا وتنفتح فتحة التفريغ • وتقوم الروافع بالحركة اللازمة لاعادة الملء والتفريغ • وقد يضبط الجهاز بحيث يمتلىء الميزان بحجم معين من المادة بدلا من وزن معين • وقد يزود الميزان بقادوسين أحدهما ينحنى للتفريغ فى الوقت الذى يجرى فيه ملء الثانى

٢ ـ أجهزة تعبئة المساحيق Powder Fillers وهي تستخدم في حالة المواد الغذائية المتجانسة uniform ، وفيها يتحكم في حجم المادة المنصبة في القادوس عن طريق auger يدور عددا محددا من الدورات ليزود القادوس بحجم معين من المادة الغذائية • وقد تكون هناك فتحتان للملء احداهما تصب الجزء الأكبر بينما الأخرى تعطى القليل بالقدر الذى يلزم لاستكمال الوزن المحدد •

٣ ـ مقاييس الوزن Weighometers : وهى تحدد بصفة مستمرة أوزان المواد الغذائية المنقولة على سيور الناقلات •

٤ ـ الموازين المستمرة Poidometer : وهى تزن المواد بصفة مستمرة وبأوزان ثابتة •

وأجهزة وزن وقياس **السوائل** هى :

١ ـ المضخات Proportioning pumps وهى مضخات plunger pumps تضبط سرعتها عند حد ثابت وبذلك يمكن التحكم فى كمية السائل المندفعة منها •

٢ ـ المغذى ذو الانبوبة Pitot feeder : وفيه يتصل أحد طرفى الانبوبة Pitot tube المقسمة بقاع الصهريج الأول بينما يتصل الجزء الآخر من الانبوبة بقاع الصهريج الثانى الذى تزداد سعته عنها فى الصهريج الأول • وتتحكم صمامات needle valves مركبة على الانبوبة فى كمية السائل عن طريق تحكمها فى الضغط الواقع على أحد طرفى الانبوبة بتأثير سرعة انسياب السائل ، فهذا الضغط يعمل على انتقال جزء من الزيت من قمة الصهريج الأول الى قمة الصهريج الثانى فيحل محل حجم مماثل من السائل •

٣ ـ مغذى الانبوبة القابلة للضغط Pulsa feeder : وهى دقيقة للغاية فى قياس حجوم السوائل ، وتتكون من أنبوبة flexible tube

يحيط بها سائل sealing liquid وبها صمام سفلى للملء وصمام علوى auger valve للتفريغ ، ويغلف السائل والانبوبة معا غلاف صلب، ويتصل بالغلاف الخارجى أنبوبة جانبية بها مكبس يتصل بهذا السائل ويعمل تحت ظروف محددة تمكن من تحديد كمية المادة الغذائية السائلة المدفوعة من الانبوبة • فعندما يضغط المكبس على السائل والانبوبة تنضغط هذه الانبوبة فيخرج من فتحتها العلوية كمية محددة من السائل، وبعودة المكبس الى وضعه الأصلى تنفرد الانبوبة لتأخذ شكلها الأصلى ويقفل صمام التفريغ وينفتح الصمام السفلى ليسحب كمية مماثلة من المادة السائلة • وهذه الانبوبة تتحمل العمل وقتا طويلا •

ولقياس الغازات تستخدم مراوح الطرد المركزى Blowers أو أجهزة القياس التى تعمل بطريقة الاحلال ايضا double acting bellows type

ولقياس **درجة الحرارة** تستخدم ترمومترات متعددة الأشكال والنظم أو المزدوجة الحرارية thermocouple type أو المقاومة resistance pyrometer •

ولقياس **الضغط** تستخدم مانومترات متعددة pressure gages •

عمليات التخزين :

تعتبر عملية التخزين من أهم وحدات العمل فى مصانع الأغذية ، فهى تستلزم مراعاة الظروف المناسبة ليمتنع حدوث تغييرات غير مرغوبة فى المواد الغذائية المخزنة أو لتحدث بعض التغييرات المرغوبة فى المنتجات أثناء فترة التخزين • ومن أهم العوامل التى يجب التحكم فيها أثناء تخزين المنتجات الغذائية هى درجة الحرارة • والدرجات المناسبة لتخزين بعض الأطعمة موضحة فى الجدول التالى :

الطعام	درجة الحرارة المستخدمة للتخزين ° ف		
	من	الى	متوسط
فاكهة وطماطم :			
تفاح	٢٩	٣٦	٣٢ر٥
مشمش	٤٠	٤٥	٤٢ر٥
موز	٣٤	٤٥	٣٥
عنبيات	٣٥	٤٠	٣٨
قاوون Cantaloupe	٣٥	٤٠	٤٠
كريز طازج	٣٦	٤٠	٣٨
عنبيات Currants	٣٢	٤٠	٣٥
بلح	٤٥	٥٥	٥٠
تين	٣٥	٥٥	٤٥
جريب فروت	٣٥	٤٠	٣٧ر٥
عنب	٣٢	٤٠	٣٥ر٥
ليمون	٣٢	٤٥	٣٧ر٥
قاوون شبكى Muskmelons	٣٥	٥٥	٤٠
برتقال	٣٢	٥٠	٣٧
خوخ طازج	٣٤	٥٥	٤٠
كمثرى	٣٣	٣٨	٣٥
أناناس	٤٠	٤٥	٤٢ر٥
برقوق	–	–	٣٢
شليك	٣٦	٤٠	٣٨
طماطم	٣٤	٤٢	٣٨
بطيخ	٣٤	٤٠	٣٧

الطعام	درجة الحرارة المستخدمة للتخزين ° ف		
	من	الى	متوسط
خضروات :			
اسبرجس	٣٣	٣٥	٣٤
فاصوليا جافة	٣٢	٤٠	٣٧
كرنب	٣٢	٣٤	٣٣
جزر	٣٣	٣٤	٣٤
كرفس	٣٢	٣٥	٣٣ر٥
خيار	٣٨	٥٠	٤٠
خس	٤٠	٤٥	٤٢ر٥
بصل	٣٢	٣٦	٣٤
جزر ابيض Parsnip	٣٢	٣٤	٣٣ر٥
بسلة طازجة	٣٦	٤٠	٣٨
بطاطس	٣٠	٤٠	٣[illegible]ر٥
لحوم ومنتجاتها :			
لحم بقرى طازج	٢٨	٣٩	٣٤
لحم بقرى Lo[illegible]	٢٨	٣٤	٣٢
لحم بقرى قطع كبيرة	٢٨	٣٦	٣٢
لحم عجالى	٣٠	٣٦	٣٢
لحم طيور مجمد Game	١٠	٢٨	٢٦ر٥
لحم طيور للتجميد Game	صفر	٢٨	١٠
لحم طيور تخزين قصير Game	٢٥	٣٦	٣٠
فخذ خنزير Hams	٢٨	٣٥	٣١
لحم خنزير Hogs	٣٠	٣٣	٣١ر٥

الطعام	درجة الحرارة المستخدمة للتخزين ° ف من	الى	متوسط
لحم ضأن طازج	٣٠	٣٢	٣١
شحم خنزير	٣٤	٤٥	٣٩ر٥
كبد	–	–	٣٠
لحم مملح	٣٥	٤٠	٣٧ر٥
لحم معلب	٣٠	٣٥	٣٣
لحم طازج	٣٤	٤٠	٣٥ر٥
لحم طازج ضأن Mutton	٣٣	٣٦	٣٤ر٥
لحم مجمد ضأن	٢٥	٣٢	٢٨
لحم خنزير طازج Pork	٣٠	٣٢	٣١ر٥
لحم خنزير مسوى Pork	٤٠	٤٢	٤١
عبوات السجأ	٣٠	٣٥	٣٢ر٥
سجأ طازج	٣٦	٤٠	٣٨
سجأ مسوى	٤٠	٤٥	٤٢ر٥
لحم بتلو	٢٨	٣٦	٣٢

أسماك ومنتجاتها :

الطعام	من	الى	متوسط
سمك القد Codfish	٤٠	٤٥	٤٢ر٥
سمك طازج	٢٠	٣٠	٢٦
سمك مجمد Fresh water frozen	١٠	١٧	١٥
سمك مجمد Salt frozen	١٠	١٥	١٣
سمك مجفف	٣٥	٤٠	٣٦
محار Oysters	٣٣	٣٥	٣٣ر٥
سردين	٣٥	٤٠	٣٧ر٥

الطعام	درجة الحرارة المستخدمة للتخزين ° ف		
	من	الى	متوسط
دواجن ومنتجاتها :			
بيض	٢٨	٣٥	٢٩
دجاج مجمد	١٠	٣٠	٢٨
دجاج للتجميد	صفر	٢٢	٥ر١١
منتجات البان :			
زبد	١٤	٣٨	٣٠
زبد للتجميد	١٥	٢٠	٥ر١٧
جبن بالقشدة	٣٠	٣٦	٥ر٣٢
جبن طرى	٣٢	٣٦	٣٤
لبن مكثف	٣٥	٤٠	٥ر٣٧
قشدة طازجة	٣٢	٣٥	٥ر٣٣
قشدة مكثفة	٣٦	٤٠	٣٨
مرجرين	١٨	٣٥	٢٨
لبن طازج	٣٢	٣٦	٣٣
لبن مبخر	٣٦	٤٠	٣٨
منتجات حبوب :			
أطعمة حبوب	٤٠	٤٥	٥ر٤٢
دقيق قمح	٣٦	٤٠	٥ر٣٩
مطحون الزمير	٤٠	٤٢	٤١
أرز	٤٠	٤٥	٥ر٤٢

الطعام	درجة الحرارة المستخدمة للتخزين ° ف		
	من	الى	متوسط
نقـل :			
لوز	٣٤	٤٨	٣٦
أبو فروة Chestnuts	–	–	٣٣
بندق Filberts	٣٥	٤٠	٣٧ر٥
نقل غير مقشور	٣٥	٤٠	٣٧
منوعات :			
بيرة Ale	٣٢	٤٢	٣٧
شيكولاتة	–	–	٤٠
عصير تفاح	٣٠	٤٠	٣٣ر٥
Claret	٤٥	٥٠	٤٧ر٥
غازوزه Ginger ale	–	–	٣٦
عسل نحل	٣٦	٤٥	٤٢ر٥
عسل مابل Maple	٤٠	٤٥	٤٢ر٥
مولاس	٤٠	٤٥	٤٢ر٥
زيت زيتون	٣٥	٤٠	٣٧ر٥
ورق كرنب مخلل Sauerkraut	٣٥	٣٨	٣٧
سكر	٤٠	٤٥	٤٢ر٥
محلول سكرى مركز	٣٥	٤٥	٣٩
نبيذ	٤٠	٤٥	٤٢ر٥

ويجرى تخزين الأطعمة المصنعة وغير المصنعة والخامات ، الصلبة والسائلة والغازية ، في صهاريج متباينة الأشكال والأحجام والتركيب والأسماء . فالصهاريج المستخدمة في خط التصنيع تسمى process tanks بينما الأخرى يطلق عليها أسماء مميزة مثل تانكات الاذابة أو المزج أو المعاملة clarifiers و dissolving or blending or treating tanks settlers و thickners و reactors و brine و fermenters وتصنع التانكات من الخشب أو الصلب أو الصلب غير القابل للصدأ أو الصلب المبطن أو البلاستيك أو الحجارة أو المسلح .

فالتانكات الخشب تتميز بتحمل الخشب لحموضة بعض الأطعمة مثل حامض الخليك وحامض اللكتيك والخل والكرنب المخلل والنشا والمخللات وبعض المواد المتخمرة . وتستعمل في صناعة هذه التانكات أنواع معينة من الخشب مثل الأرز cedar والخشب الأحمر redwood والغرب maple والقرو oak والموسكي pine والتنوب fir والسرو cypress . وتربط أجزاء التانكات ببعضها باستخدام قضبان من الصلب ترتكز على كتل خشبية لكي لا تلتصق بالتانكات فيسهل طلاؤها وتنظيفها وحمايتها من التاكل بفعل السائل عند الرشح أو التناثر . الا أن هذه التانكات الخشبية يصعب تنظيفها وتعقيمها ، ولهذا يفضل تبطين هذه التانكات بالبلاستك أو المطاط أو البرونز والقصدير أو غيرها ليسهل تنظيفها .

والتانكات الصلب تتميز بقوتها وخفة وزنها نسبيا ، وقاعها قد يكون مسطحا أو مخروطيا أو مستديرا أو غير ذلك من الأشكال ، كما أن التانك قد يكون مكشوفا أو مغطى ، به فتحات للتهوية أو خاليا منها ، يأخذ وضعا رأسيا أو أفقيا . ومن أمثلة التانكات الأفقية مايحمل على عجلات tank cars or tank trucks ويستعمل في هذه الحالة لنقل السوائل .

والتانكات المصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ تتميز بتكوين

طبقة أوكسيدية على سطحها ، وللمحافظة على هذه الطبقة يلزم توفر التهوية حول التانك بصفة مستمرة .

والتانكات المبطنة بالزجاج يكثر استخدامها في تخزين اللبن والغازوزة وعصير الفاكهة والنبيذ والوسكي والبيرة وبعض المستحضرات الصيدلية . والتانكات المبطنة بالبلاستيك قليلة الاستعمال فى مصانع الأغذية ، أما المبطنة بالمطاط أو بالرصاص فيندر استعمالها .

والتانكات المصنوعة من البلاستك يقل استخدامها فى مصانع الأغذية بسبب ارتفاع تكاليفها وقلة مقاومتها للحرارة .

والتانكات الحجرية سهلة الكسر وثقيلة الوزن وقليلة المقاومة للحرارة العالية ، ولذا فاستعمالها فى مصانع الأغذية ضئيل .

وأهم الاعتبارات التى تراعى عند تحديد الظروف المناسبة لتخزين المنتجات الغذائية هى :

١ ـ انتقال الرطوبة والغازات .

٢ الوقاية من الأتربة والقاذورات .

٣ الوقاية من التلوث بالبكتريا والفطريات والخمائر .

٤ التهوية .

٥ سهولة التداول الميكانيكى .

٦ قابلية المنتجات الغذائية للتخزين .

٧ استخدام مساحة المخزن بطريقة اقتصادية .

٨ كيفية التخزين وطبيعة المواد المراد تخزينها .

وبالنسبة لتخزين الحبوب الغذائية cereals تستخدم صوامع

مبنية concrete bins أو مصنوعة من الصلب أو الخشب ، والأولى تصلح لتخزين الكميات الكبيرة من الحبوب . كما أنها سهلة الانشاء والصيانة وتتحمل ضغط الحبوب وتقاوم الاشتعال والعوامل الجوية ويعتبر بناؤها اقتصاديا . أما صوامع الصلب فليست باهظة التكاليف وتقاوم الحرارة والتلوث وانشاؤها سريع ، لكنها تتأثر بتقلبات الحرارة مما يؤدى الى تكثف الرطوبة على الحبوب sweating وهذا يعرض الحبوب للفساد . وتستعمل صوامع الصلب للتخزين المؤقت أو لتخزين الكميات الصغيرة من الحبوب فى المزارع . والصوامع الخشبية تستخدم فى تخزين الحبوب مرتفعه الرطوبة ، وهى عرضة للاحتراق ، لكنها لا توصل الحرارة بسرعة ولذلك تتشابه مع الصوامع المبنية من وجهة عدم تكثف الرطوبة على سطح الحبوب .

ومنتجات الحبوب الغذائية تخزن فى أكياس من الورق أو القماش أو فى براميل أو اسطوانات ، وتحدد العبوة بما يتناسب مع الاستعمال . ويتعرض الدقيق العادى غير المبيض أثناء تخزينه الى فقد فى الكاروتين والقوة حتى فى غياب الأوكسيجين .

والمواد الغذائية المدخنة بمواد قاتلة للحشرات ، مثل الكاكاو المدخن بسيانيد الايدروجين ، تخزن فى صوامع جيدة التهوية منعا من تراكم الغاز الى حد قد يصبح ضارا بصحة الانسان .

والسوائل غير المتجانسة ، مثل الشيكولاته السائلة التى تتعرض لانفصال زبد الكاكاو منها أثناء التخزين ، تخزن فى تانكات مزدوجة الجدران ومزودة بمقلبات مستمرة وبماء ساخن أو بخار بين الجدارين لضبط درجة الحرارة . ويراعى ضبط سرعة التقليب عند الحد المناسب وكذلك تحاشى عدم تراكم الشيكولاتة على الجدران مما يسبب ارتفاع درجة حرارتها .

والفاكهة تخزن فى غرف التبريد ، وتعزى الصعوبة فى ضبط

ظروف التبريد الى حدوث عملية التنفس بامتصاص الأوكسيجين وطرد ثانى أكسيد الكربون ، وهذا يستلزم عدم السماح بارتفاع نسبة ثانى أكسيد الكربون فى جو غرف التبريد وبالتالى انخفاض نسبة الأوكسيجين الى الحد الذى يقتل خلايا الثمار ، كما هو الحال فى ظهور مرض brown heart فى ثمار التفاح المخزن • ويمكن وضع صودا كاوية لامتصاص ثانى أكسيد الكربون من جو الثلاجات • وتقدر كمية الغاز المنطلقة من طن تفاح بحوالى ٥ر٢ قدم مكعب فى اليوم ، بينما طن الشليك يعطى ٥ر٧ قدما مكعبا وطن الخوخ خمسة أقدام مكعبة وطن العنبيات ٧ ــ ١٥ قدما مكعبا •

والخضروات أسهل فى التخزين من الفاكهة بسبب السكون dormancy الذى يعترى خلايا الخضروات عقب حصادها بفترة قصيرة •

والبيض يخزن على درجة حرارة تكاد تكون معروفة جيدا ، أما الرطوبة النسبية الموافقة فما زالت غير محدودة بصفة قاطعة •وبصفة عامة يخزن البيض على أقل درجة حرارة ممكنة بشرط تحاشى تجمد الصفار والبياض منعا من تكسير القشرة نتيجة لازدياد الحجم عند التجمد • وهذه الدرجة غير محددة بصفة قاطعة نظرا لأن بعض البيض يحتوى على البيومين كثيف القوام يتجمد على درجة حرارة أعلى مما يلزم لتجميد البياض الخفيف القوام ، كما أن القشرة السميكة تتحمل درجات التجمد عن القشرة الرقيقة • والشائع هو حفظ البيض على درجة ٢٨ ــ ٣١° فهرنهيت ، وتفضل درجة ٢٩° فهرنهيت • أما درجة الرطوبة النسبية فتحدد بما يتمشى مع العوامل الجوية ودرجة الحرارة المستخدمة ومكان التخزين ، وتتراوح الرطوبة النسبية المستخدمة بين ٨٢ ، ٨٥٪ • ويفضل تحاشى جفاف غرفة التخزين لأن الجفاف يسبب ازدياد حجم الخلية الهوائية air cell فى البيضة ويقلل من ثبات المحتويات ويبكر بحدوث الفساد • ويلزم استبعاد البيض المشروخ عن البيض السليم المخزن منعا من سيولة محتويات البيضة بعد كسرها وتصبح المحتويات

عرضة لنشاط الأحياء الدقيقة • وفى حالة غسيل البيض الملوث يجب تجفيفه جيدا قبل تخزينه • وينصح بوضع البيضة فى الصندوق مرتكزة على طرفها الصغير الذى يفوق فى قوته الطرف الكبير، كما أن هذا الوضع يسمح بارتفاع الصفار الى أعلى عندما يضعف البياض بدلا من أن يلتصق الصفار بالقشرة •

وبذرة القطن وما شابهها تتنفس أثناء التخزين ، ولذا فهى تعامل بمواد كيميائية توقف تنفسها مثل أوكسالات ثنائى الايثايل والايثيلين كلورهيدرين ethylene chlorohydrin •

وتغلف بعض الأطعمة ، كالفاكهة والخضروات واللحوم والأسماك والدواجن ، عقب غسلها وتجفيفها للمحافظة عليها أثناء التخزين ومنع حدوث الجفاف dehydration أو تغير اللون discoloration والتبقع freezer burn • ومن أسهل الطرق المستخدمة فى التغليف وضع الدجاجة داخل كيس بليوفيلم Pliofilm والغمس فى ماء قريب من درجة الغليان فيلتصق الغلاف بجسم الدجاجة بينما يعمل ضغط الماء على طرد الهواء من الكيس • وقد يجرى التغليف ميكانيكيا حيث توضع المادة الغذائية بين سطحين من المطاط ويضغط عليها بفرشاة لطرد الهواء وجعل الغلاف ملامسا للمادة الغذائية • وقد يفرغ الهواء ميكانيكيا • ويجب أن يكون الغلاف مانعا للرطوبة moistureproof والغاز gasproof ولا ينفذ السائل liquid tight •

عمليات التدريج والنخل :

تفرز الخامات عادة وتدرج تبعا لحجم الثمرة أو الوحدة ودرجة جودتها quality • وتعتبر عملية التدريج ذات أثر بالغ فى الناحية الاقتصادية للمصنع نظرا لأنها تتدخل فى تحديد سعر البيع للمنتجات• ولذلك يفضل دائما اجراء التدريج الحاد too close grading بدلا من التدريج المحدود too lax grading الذى يخفض درجة جودة الناتج •

ويجرى التدريج بطرق متعـددة ، منها طريقـة السطوح المثقبـة الشـبيهة بالمصـافى screens . وهـذه السـطوح قد تكون ثابتـة stationary screens ، أو مهتزة shaking أو قائمة erect أو bluterguss، أو تكون دائرة screening surface moves سواء كانت منبسطة flat screens أو أسطوانية reels ، وهـذه المنبسطة قد تهتز بتأثير الكهرباء electrically vibrated أو ميكانيكيا mechanically vibrated ، أو تكون بأشكال أخرى مثل السلندر roller أو الحبل rope أو اللوح slat أو السلك cable . وتعتبر السـطوح الثـابتة قليلة الـكفاءة فى التصنيع الغذائى كمـا أنها تعرض المواد الغذائية للتجريح وتستلزم مزيدا من الأيدى العاملة . ويمكن هز مثل هذه المصافى الأفقية يدويا ، كما قد توضع بزاوية قدرها ٤٥ ـ ٥٦٠ ليمكن انحدارها بتحرك الخامات من جزئهـا العلوى تجاه جزئهـا السـفلى ، وفى خلال ذلك تمر الخامات الصـغيرة الحجم من ثقوب المصفاة بينمـا تتجمع الوحدات التى يتجاوز قطرها قطر فتحات المصـفاة فى نهـاية المنحدر . والأسطوانات reels أو المصافى الدائرة revolving screens تكون عادة شـبه أفقية وفيها تدخل المواد الغـذائية من أحد الطرفين متجهة تجـاه الطرف الآخر ، وفى أثناء ذلك تتساقط الوحدات الصغيرة من فتحات الأسطوانة بينما تخرج الوحدات الكبيرة من الطرف المقـابل . وقد تزود هـذه الاسطوانات بجدافات داخلية لتقليب المواد أثناء تدريجها ، كما قد تصنع الأسطوانات بشكل سداسى hexagonal أو tapered hexagonal لتسهيل تقليب المواد الدقيقـة الحجم . ويصـنع جسم الاسطوانة ، أى المصفاة ، من الحرير أو النيكل أو النحاس أو الصلب غير القابل للصدأ أو النيلون أو البرونز أو شبيكة monel ، فالحرير والخيوط مستخدمة فى تدريج الدقيق والنشا بينما الاسطوانات المعدنية تستخدم فى تدريج البسلة والفاصوليا وغيرها . والمناخل المسطحة flat screens عبارة عن قاع مثقب ومثبت فى اطار من الجوانب ، وعملها متوقف على هزها أو الطرق عليها أو هزها ببطء فى اتجاه وبقوة فى الاتجاه المضاد differential shaking أو التـذبذب الـكهربائى electrical vibration (hummers)

وتستعمل المصافى فى تدريج الفاكهة والخضروات عادة ، وهى تصنع بثقوب تتمشى أحجامها مع حجوم المواد المراد تدريجها ، كما أنها تصنع من المعدن وخاصة النحاس الذى لا يضر بلون المادة الغذائية ولو أنه يخشى منه التلوث بالمعدن أو المساعدة على أكسدة بعض المكونات · وعادة تجهز الماكينة بمجموعة من هذه السطوح المثقبة المتفاوتة فى قطر الثقوب ليتسنى تغيير السطح واستخدام نفس الماكينة فى تدريج عدد كبير من الأطعمة المتباينة · وقد يبدأ بفصل الوحدات الكبيرة ثم تدرج الوحدات الصغيرة أو قد يجرى العكس · والمناخل الدقيقة الثقوب يوضع عليها أحيانا مجموعة من الكرات tapping balls لتساعد على دفع الحبيبات الدقيقة فى ثقوب المنخل · والمناخل الدائرية centrifugal sifters مازالت مستخدمة فى بعض المصانع والمطاحن القديمة · أما سلندرات التدريج فعبارة عن سلندرين قطر الواحد منهما بوصتان تقريبا ويدور أحدهما فى اتجاه عكس اتجاه الثانى، وتكون المساحة بينهما أضيق فى الطرف المرتفع عنها فى الطرف المنخفض ولذا فالوحدات الصغيرة من الطعام تنفصل فى الطرف العلوى بينما الكبيرة تنفصل فى الطرف السفلى · وتستخدم هذه السلندرات عادة فى تدريج المواد الغذائية غير المقشورة وغير المجزأة وذات الشكل المستطيل نوعا · وأما الحبال أو الأسلاك فقد تغطى أو لا تغطى بالمطاط، وهى عبارة عن حبلين أو سلكين يمتدان لمسافة طويلة والمسافة بينهما قصيرة وتأخذ فى الاتساع تدريجيا · واسطوانات التدريج slat graders عبارة عن أسطوانات مصنوعة من سدابات خشبية تبعد عن بعضها بالمسافات المناسبة لأحجام المواد الغذائية المراد تدريجها ·

وتدرج الخامات تبعا لدرجة جودتها وصفاتها النوعية لأن الانتاج الجيد يستلزم البدء بخامات جيدة ولا يغنى عن ذلك المهارة فى التصنيع أو جودة الماكينات · فمن هذه الوجهة يراعى اختيار الأصناف الجيدة الملائمة للتصنيع الحسنة النكهة، وتكون الخامات بدرجة مناسبة من النضج حفاظا على اللون والنكهة اذ أن الثمار قد تكون ناضجة ripe أو غير

ناضجة unripe أو تجاوزت النضج المناسب overripe أو مكتملة الحجم والنكهة ولـــكن غير مكتملة النضج المناسب للأكل firm ripe ، وتكون الخامات معدة للتصنيع بأسرع ما يمكن عقب حصادها تحاشـــيا لحدوث الذبول وتلف الصفات أو يســـتعاض عن ذلك بتحديد الظروف الملائمة للتخزين محافظة على الثمار حتى يحين وقت تصنيعها ، وتحمى الثمار عقب حصادها من الحرارة المرتفعة التى قـد تزيد درجة نضـــجها بتأثير تنشيط التفاعلات الحيوية ، وتفرز sorted هذه الخامات أثنـــاء تقشيرها أو تجزيئها لاستبعاد الثمار المجروحة وغير الناضجة ، وقد يعاد الفرز أثناء تعبئة الخامات فى العبوات بل وقد يجرى الفرز ثلاث أو أربع مرات • وعادة يقوم بالفرز عمال مدربون تتحرك أمامهم الخامات على سير متحرك •

وعمليات الفرز والتدريج تعطى كمية من المواد الغذائية تنعزل عن طريق التصنيع العادى وقد يكون بعضها بحالة صالحة فيمكن الاستفادة منه والبعض ردىء يلزم استبعاده • فبعد تعليب ثمار الفـــاكهة الجيدة تتخلف ثمار منخفضة الجودة waste fruit يمكن الاستفادة منهـــا بهرسها وادخالها فى صناعة بعض الحلوى أو هرسها وتركيزها وتحليتها واضافتها للجيلاتى أو هرسها وبيعها للراغبين فى الاســـتفادة منها أو طبخها وتحويلها الى مربى أو هرسها واستخدامها فى انتاج مكســـبات النكهة والاحمـــاض العضـــوية وغـــيرها • أما المنتجات الثـــانوية by-products فى مصـــانع الأغذية فيمكن الاستفادة من بعضها ، مثل الخميرة فى مصانع البيرة فيمكن استخدامها فى عمليـــات أخرى أو اضافتها لمتخلفات الاستخلاص للحصول على علف للماشية جيد الصفات ، ومثل ماء النقع المتخلف فى مصانع النشا بعد نقع الذرة يمكن استخدامه فى صناعة البنسلين ، ومثل علف الذرة المتخلف فى مصانع النشا ومن عصر جنين الذرة ، ومثل مخلفات مصانع الأسماك التى تستخدم علفا أو فى التسميد ، ومثل السوائل الكبريتية المتخلفة من مصـــانع لب الخشب التى تستخدم فى انتاج بعض المواد المكسبة للنكهة • وبصفة عامة يطلق

على المواد المتبقية بعد التصنيع والتى لا يستفاد منها بوسيلة أخرى اسم المتخلفـــات wastes ، بينما البقـــايا الممكن الاستفادة منهـا عمليا واقتصـــاديا تسمى منتجـــات ثانوية by-products ، وهذه الأخيرة تحقق ربحا للمصنع بل قد يكون معظم دخل المصـــنع من هذه المنتجات الثانوية ٠

عمليات التقشير :

تجرى عمليـــات التقشير يدويا أو ميـــكانيكيا ، مثال ذلك تقشير husking كيزان الذرة باليد أو بامرارها على سلندرات سريعة الدوران مصنوعة من المطاط أو الصلب ومرطبة برذاذ من المـــاء طيلة فترة عملها لمنع تجريح الحبوب ومزودة بسكاكين لقطع الطرف butts وازالة معظم الخيوط silk مع الأغلفة ٠ وهذه الماكينات سريعة تعطى ٦٠ـ٨٠ كوزا فى الدقيقة ، وتقدر نسبة الاغلفة المزالة بحوالى ٣٠٪ من وزن الكيزان ٠ وللمحافظة على هذه الماكينات بعد انقضاء موسم التشغيل يمكن أن تدهن بالزيت ٠ وهناك طريقتان لازالة الخيوط أو بقاياها ، فى الاولى تستعمل فرش لازالة الخيوط أثناء التقشير ثم تغسل كيزان الذرة المقشورة برذاذ من الماء فى ماكينة أخرى ، وفى الثانية تستخدم ماكينة بها سلندر مثقب يعمل كالمنخل وبه أصابع لحجز الخيوط ٠

والتقشير بالاحتكاك abrasion peeling يفيدفى تقشير الجزر والبطاطا واللفت والبطاطس وغيرها ٠ وهذه الطريقة غير مرغوبة لضرورة استكمال التقشير يدويا فى البطاطس مثلا ولارتفاع نسبة الفقد بالتقشير الى حوالى ٣٦٪ الا انها طريقة سريعة ٠ وماكينة التقشير بالاحتكاك عبارة عن سلندر قطره حوالى ٣٠ بوصة وعمقه حوالى ١٦ بوصة جدرانه وقاعه مغطاة بمادة خشنة مثل الكربورانـدم ، فعند دوران القاع تندفع ثمار الفاكهة أو الخضر وتحتك بالجدران الخشنة فتفقد جزءا من القشرة يمكن ازالته برذاذ من المـــاء ٠ وتقدر سرعة هذه الماكينة فى التقشير بحوالى ستين رطـــلا من البطاطس فى الدقيقة ٠

والتقشير بالبخار steam peeling يفيد فى تقشير الخوخ والثمار المشابهة له ، فبعد تقطيع الخوخ الى أنصاف وازالة النواة pit ترص القطع على صوان وتوضع فى صندوق البخار لمدة دقيقتين أو ثلاث فيسهل ازالة القشرة يدويا • والبنجر يغسل ويوضع فى البخار على درجة ٢٢٠°ف لمدة ٢٠ ــ ٢٥ دقيقة ويبرد فى الماء وتزال قشرته يدويا • والبطاطس تغسل وتوضع فى البخار على درجة ٢٤٠°ف لمدة ٩ ــ ١٢ دقيقة ثم تزال القشرة • والطماطم تقشر بالبخار أيضا • واحيانا يستخدم البخار تحت ضغط كما فى حالة البطاطا والجزر والفلفل والبطاطس فتزداد سرعة وكفاءة التقشير ويقل الفقد فى الجزء اللحمى المزال مع القشور •

والتقشير بالماء الساخن hot water peeling يمثله غمر قطع ثمار الخوخ فى الماء على درجة الغليان لفترة قصيرة فيصبح من السهل نزع قشرة الخوخ يدويا • وكذلك ثمار الطماطم تغمر فى الماء المغلى لمدة ربع ثانية أو ثانية ثم تغمس فى ماء بارد أو تعرض لرذاذ الماء البارد وبعدها تزال القشرة يدويا • ويمكن تحقيق نفس الغرض باستخدام البخار الا أنه يفضل استعمال الماء المغلى لضمان التجانس فى المعاملة وللتنظيف • ويجب مراعاة عدم استمرار تأثير حرارة الماء على لب الثمرة حتى يلين ، كما يجب عدم رفع درجة حرارة الثمرة كثيرا • وهذه الطريقة تستخدم أحيانا عند تقشير ثمار الموالح • وللتقشير أهمية بالغة فى درجة جودة المنتجات مثل الطماطم المجففة •

والتقشير بالصودا الكاوية caustic peeling يعتبر سريعا وقليل التكاليف ويقلل من مقدار الفاقد فى عملية التقشير • وتفيد هذه الطريقة فى تقشير حبوب الذرة حيث تغمر الحبوب فى محلول القلوى المخفف على درجة الغليان ثم تزال القشرة يدويا وبعدها تغسل الحبوب فى الماء الجارى • وتستخدم هذه الطريقة أيضا فى تقشير البرقوق المعد للتعليب، ويلاحظ أن حموضة الثمار تفيد فى معادلة بقايا القلوى المتخلفة على الثمار • وعند تقشير الخوخ يراعى عدم ازدياد تركيز القلوى وعدم اطالة

مدة المعاملة عن اللازم خشية أن يؤثر القلوى على سطح الثمار المعرض بعد التقشير فيبدو خشنا ومثقبا ٠ أما فى حالة المعاملة العادية المناسبة فتنفصل القشرة ، مع ملاحظةأن الجدار الخلوى الوسطى middle lamella يتكون من مواد بكتينية سريعة الذوبان فى المحلول القلوى ، أما الخلايا البارنشيمية فأكثر مقاومة للقلوى من الخلايا الواقعة تحت القشرة مباشرة ٠ أما البطاطا فتستلزم اطالة مدة المعاملة بالقلوى لان الخلايا cork cells المكونة للقشرة epidermis غير ذائبة فى المحلول القلوى ، بينما يؤثر القلوى فى الكيوتين ٠ وفى جميع الحالات يمكن استبدال الصودا الكاوية بمزيج من ايدروكسيد الصوديوم وكربونات الصوديوم يعرف باسم قلوى المعلبات canner's alkali ٠ ويكون تاثير الكربونات أضعف من تأثير الايدروكسيد وكذلك ازالة بقايا الكربونات بالغسيل أصعب ٠ والشائع هو استخدام قطع أو شرائح الصودا البالغ نقاوتها ٩٥٪ تقريبا ٠ وتستخدم فى التقشير بالقلوى مجموعة ماكينات متباينة، منها Dunkley lye peeler المكونة من ناقل مثقب تمر بواسطته الثمار خلال ماء الغسيل الساخن ثم فى رذاذ محلول القلوى الذى يندفع من أعلى ومن أسفل السطوح المثقبة ، وبعدها تتعرض الثمار لرذاذ الماء البارد عدة مرات ٠ وتستخدم المضخات لرفع القلوى الى الماكينة ومنها الى تانك القلوى أسفل حيز التقشير ٠ أما ماكينة Kyle فبها اسطوانة دائرية يوضع بداخلها ثمار الخوخ المجزأة وتمر فى تانك المحلول القلوى المخفف المغلى ثم خلال تانك الغسيل المحتوى على الماء الجارى ٠ وفى مصانع التعليب تمرر الثمار المقشورة بالقلوى فى تانك الماء الساخن على درجة ١٤٠ ــ ١٨٠°ف فهرنهيت لازالة بقايا القلوى ولايقاف نشاط انزيم الاوكسيديز فى الطبقة السطحية من الثمرة منعا لتأثيره فى تلوين الجزء اللحمى باللون البنى ، وهذا الانزيم يتوقف نشاطه على درجة ١٨٠°ف٠ ويمكن الوقاية من ظهور اللون البنى بغمر الثمار فى محلول حامض كلوردريك مخفف لمدة بضع ثوان ، وفى هذه الحالة تساعد ايونات الايدروجين والكلور أيضا فى ايقاف نشاط الانزيم ٠ وبالرغم من أن بقايا الحامض تتفاعل مع بقايا القلوى فلا يخشى ضرر الحامض على الصحة ،

الا أنه يفضل عادة ازالة بقايا الحامض بالغسيل بالماء • ويمكن استخدام محلول حامض ستريك بتركيزه نصف فى المائة ، الا أن تأثيره ليس قويا • وينصح عادة برش بعض الثمار ، مثل الخوخ ، عقب تقشيرها بالقلوى بمحلول حامض مخفف لخفض رقم pH مما يساعد على ايقاف ظهور اللون الداكن، اذ أن نشاط الاوكسيديز يزداد فى الوسط الضعيف الحموضة أو الضعيف القلوية • وبديهى أن ثمار الخوخ عقب التقشير بالقلوى يكون سطحها مغطى بآثار من القلوى بينما الجزء اللحمى تكون حموضته pH ٨ر٣ ـ ٠ر٤ • ويتراوح تركيز القلوى المستخدم فى التقشير بين ٥ر١ ـ ٢٪ . ويزداد التركيز قليلا عند تقشير المواد الخضراء كما ينخفض قليلا عند تقشير المواد الزائدة النضج والسهلة التقشير • ويجب التأكد من تركيز القلوى أثناء عملية التقشير ، كما يجب المحافظة على درجة الحرارة قرب درجة الغليان ، وكذلك ضبط مدة الغمس فى القلوى وهى تتراوح بين نصف دقيقة ودقيقة ونصف • وتقدر كمية الصودا الكاوية اللازمة للطن بحوالى ستة الى ثمانية أرطال • وعندما يصعب ازالة القشور عقب المعاملة بالقلوى يمكن استخدام فرش دائرية ورذاذ من الماء لتسهيل فصل القشور •

والتقشير بالحرارة roasting يستخدم أحيانا كما هو الحال عند تقشير الفلفل الحلو pimentos بوضع الثمار فى اسطوانة من الصلب دائرية تسخن باللهب المباشر وتدور حول نفسها بمعدل ١٢ دورة فى الدقيقة وتسخن فيها الثمار لمدة دقيقة واحدة تقريبا • وفى طريقة أخرى تمرر الثمار خلال فرن يسخن باللهب المباشر • وعقب التسخين تعامل الثمار برذاذ من الماء لازالة القشور ثم تستكمل عملية التقشير يدويا • وتتميز هذه الطريقة على غيرها من طرق التقشير باكسابها نكهة خاصة للثمار بتأثير عملية التحميص •

والتقشير بالزيت oil immersion يجرى بغمس ثمار الفلفل الحلو pimentos فى زيت بذرة قطن على درجة ٤٠٠°ف لمدة ثلاث أو أربع دقائق فتلين القشرة ويسهل نزعها •

وعمليات التقشير سابقة الذكر لا تحدث تغييرا واضحا فى شكل الثمار ، بينما هناك طرق أخرى تحدث تغييرا ملحوظا فى الشكل . فالتقشير مع ازالة المحور الوسطى peeling and coring يجرى على التفاح يدويا أو ميكانيكيا ، وتكون سرعة العمل الآلى تفوق سرعة العمل اليدوى اثنتى عشرة مرة تقريبا كما هو الحال عند استعمال ماكينة Thomas Blanchard . وتوجد حاليا ماكينات خاصة بازالة المحور الداخلى للثمرة والأجزاء غير المرغوبة من الثمرة ، وهى تحتوى على سكينة يمكن ضبطها لتلائم طبيعة الخامات . وتصلح هذه الماكينات لثمار التفاح والكمثرى ، كما توجد ماكينة خاصة بالأناناس Ginaca machine بها شريط متحرك يحمل الثمار وتقوم الماكينة بازالة الطرفين trimming وازالة المحور coring والغلاف shell . وعادة يزال محور ثمرة الطماطم قبل هرسها لاستبعاد الجزء الاكبر من الديدان التى تعمل عادة قريبا من المحور . وتفيد ازالة المحور فى تقليل كمية الفطريات بالمنتجات .

وتقشير قرون البسلة يجرى بالماكينات shelling machines المكونة من اسطوانة خارجية مثقبة على محورها جدافات تدور بسرعة حول نفسها فى اتجاه مضاد لاتجاه دوران الاسطوانة ويتساقط عليها من ارتفاع معين قرون البسلة التى تنفجر تحت تأثير ضغط الحدافات فتنطلق حبوب البسلة من خلال ثقوب الاسطوانة بينما تخرج القشور pods من الطرف الآخر للاسطوانة . وعندما تكون قرون البسلة متصلة بالعرش vines تستخدم ماكينات viners لفصل البذور بطريقة الضغط على القرون فيزداد ضغط الهواء بداخلها الى حد يسبب انفجارها عند أضعف نقطة بها وهى نقطة التحام نصفى القرن ويترتب على ذلك انطلاق الحبوب وبقاء القرون متصلة بالعرش الذى يخرج من طرف الماكينة .

عملية الهرس :

تستخدم ماكينات الهرس pulping machines فى هرس الثمار لصناعة المربى وبعض المنتجات الاخرى ، وهى عبارة عن غربال مستدير مائل

تتحرك فوقه فرش بسرعة ٦٠٠ دورة فى الدقيقة فتسحق المادة الغذائية وتدفع اللب المهروس خلال الثقوب • ويمكن التحكم فى قوام الناتج باستعمال الغرابيل أو المصافى ذات الثقوب المناسبة من وجهة الاتساع • وماكينة هرس الطماطم تعرف عادة باسم السيكلون cyclone or pulper وهى عبارة عن اسطوانة من النحاس أو الصلب غير القابل للصدأ أو البرونز مثقبة وبداخلها أذرع سريعة الدوران تتولى تكسير الثمار بالضغط عليها أو بدفعها على الجدران ، ويمر اللب والعصير خلال ثقوب الاسطوانة بينما تخرج القشور والالياف والبذور من فتحة بالطرف السفلى للهراس• ويفيد التسخين المبدئى للثمار قبل الهرس فى تليين الثمار والحصول على أكبر قدر ممكن من اللب الغنى بالبكتين والصموغ مقارنا بما يتحصل عليه عند الهرس على البارد ، كما تساعد الحرارة على قتل الاحياء الدقيقة وتقليل الفقد فى فيتامين جـ عن طريق قتل أو ايقاف نشاط انزيمات الاكسدة •

عملية التقطيع :

توجد ماكينات لتقطيع cutting قشور الموالح الى شرائح تستخدم فى صناعة المرملاد ، وأخرى لتقطيع الاسبرجس بواسطة سكينة تدور بسرعة فى حركة دائرية ، وغيرها تناسب كيزان الذرة السكرية • وهناك ماكينات لتقطيع الفاصوليا الخضراء أو البامياء ، وأخري لتقطيع القرع العسلى • وتقدر سرعة ماكينة التقطيع بحوالى ٦٠٠ ــ ١٢٠٠ رطلا من البرقوق فى اليوم • وفى الماكينات ذات السكاكين المتحركة يمكن فتح الماكينة لتنظيفها وضبط السكاكين بما يتلاءم مع أشكال وأحجام القطع المرغوبة •

وتقطع أطراف snipping الفاصوليا الخضراء يدويا عادة • أما ازالة البذور pitting من بعض ثمار الفاكهة فيمكن اجراؤه ميكانيكيا، وتكون نسبة الفقد فى هذه الحالة حوالى ١٥٪ الا أن العصير الناتج يمكن استعماله فى التعليب أو الشراب أو الجلى •

وتجرى عمليتا التقطيع وازالة النواة معا فى وقت واحد يدويا على مناضد أو سيور متحركة ، كما قد تزال الاجزاء الخضراء أو الزائدة النضج فى نفس الوقت • وفى حالة التصاق النواة بلحم الثمرة ينصح باستعمال سكينة تشبه الملعقة لدفعها فى الثمرة من طرف اتصالها بالساق وتخليص البذرة من الجزء اللحمى • وتبلغ سرعة التقطيع اليدوى حوالى ٧٢ رطلا فى الساعة •

وفى ماكينة تقطيع قشــــور الموالح chipping تضبط السكاكين المثبتة فى وضع حلزونى والتى تدور بسرعة بحيث يتسنى تقطيع القشور النيئة أو المسلوقة بالسمك المرغوب • وفى ماكينات أخرى shelling machines توضع قشور الموالح فى هيئة أرباع quarter caps فتقطع بطول محدد وبعرض يمكن تحديده بضبط الماكينة ، مع ازالة قدر من الجزء الابيض white عن القشور يحدد بضبط الماكينة • وتستخدم مثل هذه الماكينات فى تقطيــع بعض الخضروات كالكرنب والاسبرجس والقرع • فالكرنب يقطع بواسطة ســــكاكين رقيقة منحنية مثبتة فى قرص معدنى قطره حوالى ثلاثة أقدام يدور بسرعة داخل اسطوانة رأسية معدنية تمر خلالها رءوس الكرنب • كذلك تعدل طاحونة الشواكيش hammer mill بحيث تلائم تمزيق القصب وما شـــابهه وتصبح ضمن الماكينات سابقة الذكر shredder •

وتقـــطع بعض الخضروات والفـــاكهة الى شرائح slicing قبل تجفيفها ، كالبصل والطماطم ، أو لاستخدامها فى الطهى •

وهرس أو بشر grating or crushing الثمار يجرى بماكينات مصنوعة من مواد لاتتفاعل مع الاطعمة،مثل الصلب غير القابل للصدأ الذى لا يتأثر بمكونات عصير الفاكهة،ومثل البرونز وبعض السبائك والمعـــادن الأخرى التى تتحمل عصير العنب ، بينما الحديد والصلب العادى يسببان ذوبان جزء من الحديد وتفاعله مع التانينات والمواد الملونة فى الاطعمة فيظهر لون أسود أو بنى على الاطعمة ، والنحاس والقصدير تؤثر أملاحهما على

لون ونكهة العصير وتساعد على حدوث بعض التغييرات غير المرغوبة بتأثير فعل الملامســـة اذا وجدت هـــذه الاملاح بنسبة ضـــئيلة • ويختلف تصميم ماكينات الهرس تبعا لطبيعة الثمار ، فالماكينة المناسبة للأناناس مثـــلا تعرف عادة باسم eradicator بهـــا سكين مثبتة بزاوية معينة وسلندرات لنقل الثمار وتعريضها للسـكين التي تتولى كشـط اللب أو تقطيعه ، فيتساقط اللب على سير متحرك ينقله الى حيث يهرس أو يهشم• وثمار الخوخ والكمثرى والبرقوق تطحن فى طاحونة أطعمة food grinder مزودة بقرص مثقب سعة الثقب به نصـف بوصة ، فيصفى اللب خلال هذه الثقوب ، وبعدها يصفى اللب خلال مصافى الطماطم أو السيكلون • وثمار العنب تهرس بدفعها تجاه جدافات تدور بسرعة داخل اســطوانة مثقبة ، أو يستخدم ماكينة بها سلندران يدوران تجاه بعضهما والمسافة بينهما تضبط بحيث تســـمح بتهشيم الثمار دون البذور ويقـــع تحت السلندرين اسطوانة مثقبة تتلقى الثمار المهشمة وبداخلها جدافات يسبب دورانها دفع الجزء اللحمى من الثمار خـلال ثقوب النصـف السفلى من الاسطوانة بينما تطرد الاعناق من فتحة طرفية • وثمـــار التفاح تهرس crushed فى طاحونة شواكيش فتعطى ناتجا يتميز باعطاء كمية من العصير أوفر مما يعطيها الناتج المهروس فى ماكينة التفاح apple grater المكونة من اسطوانة معدنية قطرها ٨ ــ ١٢ قدما تدور حول نفسها وعلى سطحها سكاكين ويقابلها فى وضع مواز مجموعة من السكاكين الرأسية أو الصفائح المعدنية المنحنية التى تعمل على بشر grating الثمار أثناء مرورها فى الماكينة • وثمـــار الزيتون تهرس disintegrated فى طاحونة عبارة عن حجر رأسى يدور على حافته فوق حجر آخر edge runner mill وقوالح كيزان الذرة تقطع ميكانيكيا ثم تطحن فى ماكينة أخرى ليستعمل الناتج المطحون فى صناعة العلف • وثمار الموالح تحتـــاج الى ماكينات خاصة لهرسها• والمواد الصلبة تطحن بدرجات نعومة متباينة فى ماكينات منها Jaw crushers ، Rotary fine crushers ، roll crushers ring roll mills

وتستعمل ماكينات خاصة globular food machines لتقطيع الثمار الكبيرة الحجم بالشكل المناسب ، مثل جذور البنجر التى تسلق وتقشر وتزال أجزاؤها غير المرغوبة وتقطع الى مكعبات بحجم البوصة وتدرج المكعبات وتتولى الماكينة تغيير الشكل الى المطلوب spheres ٠

٠ وللحصول على شرائح flakes أو chips أو بللورات من المحاليل المركزة الساخنة أو من المواد المنصهرة يمكن استخدام ماكينات flakers عبارة عن اسطوانة مجوفة أفقية ينغمس أسفلها فى السائل ، وهى مبردة بالماء أو بمحلول ملحى ، فعند دوران الاسطوانة يعلق جزء من السائل على سطح الاسطوانة ويبرد تدريجيا حتى يصبح متيبسا عندما تقطع الاسطوانة حوالى ثلاثة أرباع دورتها وحينئذ يلتقى بسكينة الكشط فتتكسر المادة الصلبة معطية الشرائح التى تتساقط على سير ناقل ٠ ويمكن استخدام البارافين أو مادة سليكونية لتقليل التصاق المادة الجافة بسطح الاسطوانة ٠

عمليات الفصل :

تفصل المكونات عن بعضها بالنخل screening or sifting أو بالفصل الغازى gaseous flotation أو فصل السائل liquid flotation ٠

ففى طريقة النخل نفصل الحبيبات الكبيرة عن الصغيرة بالمناخل ٠

وفى طريقة الفصل الغازى يجمع الغبار من جو المصانع لتقليل الفقد والمحافظة على صحة العاملين ورفع كفاءة الانتاج والمحافظة على الماكينات من التلف وتحاشى التعرض للانفجار وتجنب ضجر السكان المقيمين بجوار المصنع ٠ مثال ذلك المطاحن ، التى ينطلق فى جوها نسبة كبيرة من الغبار أثناء عمليات الطحن والنخل والتنقية ، يلزم تجميع الغبار بتزويدها بمجمعات الغبار dust collectors ٠ وأبسط هذه المجمعات وأقلها ثمنا المراوح التى تنقل الهواء المحمل بالغبار الى غرفة الغبار المانعة لتسربه

حيث تنخفض سرعة الهواء تدريجيا ويتساقط منه الغبار ، كما تزال كمية كبيرة من الغبار بواسطة قماش يركب على فتحة الخروج ، وهذا القماش يلزم الطرق عليه من آن لآخر لازالة الغبار منعا من سد المسام وارتداد الهواء المحمل بالغبار · ويجب أن تكون غرفة الغبار طويلة نسبيا ليتسنى رسوب الغبار ، فاذا ما أريد تقليل المساحة وتخفيض عدد العاملين بهذه العملية يفضل استعمال المجمعات الانبوبية tubular-type dust collector المكونة من مجموعة أنابيب من القماش ترتكز على صندوق وتقوم بترشيح الغبار من الهواء المحمل به ، كما تطلق الهواء المحمل بالغبار الى الجو · ويلزم ايقاف سريان الهواء فى بعض الانابيب لازالة الغبار من مسام القماش من وقت الى آخر ، ويجرى ذلك أوتوماتيكيا · وفى حالة انسداد الثقوب بتأثير رطوبة الدقيق المرتفعة يلزم توقف العمل وغسل هذه الانابيب · وفى طريقة ثالثة أكثر تكلفة يستخدم السيكلون المجمع للغبار cyclone dust collectors الذى يفصل الغبار بقوة الطرد المركزى عقب تمدد الهواء المحمل بالغبار لخفض سرعته وضغطه ; ويصمم السيكلون بالحجم الذى يتمشى مع كمية الغبار المراد جمعها ونسبة الرطوبة فى هذا الغبار وحجم وسرعة وكفاءة المروحة واتساع فتحتى الدخول والخروج وطبيعة ووزن الغبار وحجم وضغط تيارات الهواء · وهذا التصميم بالغ الاهمية لأنه فى حالة فشله يصبح السيكلون موزعا للغبار بدلا من مجمع له · والطريقة الرابعة الحديثة والباهظة التكاليف يستخدم فيها التيار الكهربائى lectrical precipitator فيمرر سلك معزول بطول محور كل أنبوبة ويوصل طرف السلك بأحد قطبى التيار الكهربى بينما توصل الانبوبة بالقطب الآخر · فعند مرور الهواء المحمل بالغبار داخل الانبوبة تكتسب ذرات الغبار شحنة وتنجذب لجدار الانبوبة المشحون بالكهرباء بينما يمر الهواء والغازات الى الجو الخارجى · وللتخلص من الغبار يوقف التيار ويزال الغبار بالفرش أو بانعكاس التيار الكهربى أو بازالة الشحنة الكهربائية من الانابيب · وهذا الجهاز الاخير يفيد فى ازالة ذرات الكربون من الدخان ، ولذا يركب أحيانا فى مداخن المصانع · وفى طريقة خامسة يستعمل منخل منبسط متذبذب ويدفع الهواء المضغوط من أسفل المنخل

ليقابل تيار المادة المطحونة فيدفع الحبيبات الخفيفة الى أعلى وتظل كذلك طيلة فترة تحرك المادة والهواء حتى تصل الى حافة المنخل فتسقط من ثقوبه ، بينما الحبيبات الكبيرة تصل للقمة وتنصب من فوق حافتها .

وفى طريقة فصل السائل liquid flotation يستخدم سائل ذو كثـافة محددة تسمح بطفو أحد مكونى المخلوط بينما يترسب المكون الآخر . مثال ذلك فصل البرتقال الطازج عن البرتقال المجمد بالماء او بمحلول ملحى ، وكذلك فصل حبوب البسلة الخضراء عن الحبوب الزائدة النضج ، وفصل بذور المشمش kernels عن القشور hulls .

عمليات الترسيب :

بترك المادة الغذائية السائلة ساكنة بعض الوقت يترسب منها جزء من مكوناتها sediment فيصبح ممكنا سحب السائل الرائق من أعلى . وتعرف هذه العملية بالترويق clarifying ، ومثالها ترويق عصير الفاكهة . ويفيد أحيانا التقليب البطىء الميكانيكى mechanical flocculation باستخدام أذرع تنغمر فى السائل، اذ يساعد ذلك على تحرك الحبيبات floc مما يسمح بالتحامها بالشوائب الموجودة ببعضها فتزداد حجما ويسهل رسوبها . وباضافة جزء من هذا السائل المحتوى على حبيبات كبيرة الحجم الى كمية أخرى من السائل غير المعامل تؤدى هذه الحبيبات فعل النواة التى تترسب عليها الحبيبات الدقيقة الأخرى . وقد يستعاض عن ذلك باضافة مواد الترويق fining agents لتقوم بعمل النواة . ويجرى الترسيب فى تانك الترسيب settler or thickener المتميز بارتفاعه وبقاعه المخروطى وبفتحات خروج السائل الموزعة على جوانبه فى مستويات مختلفة بحيث عندما تفتح بترتيب تنازلى حسب درجة بعدها من القاع يمكن الاستدلال على المستوى السفلى للسائل الرائق وبالتالى بداية سطح الطبقة المحتوية على العكارة المترسبة ، وهذا يساعد على سحب أكبر كمية ممكنة من السائل الرائق . وباستخدام مجموعة تانكات من هذا النوع

يمكن جعل عملية الترويق شبه مستمرة ٠ كذلك يستخدم الآن تانك ترسيب مخروطى الشكل تسحب منه الرواسب أوتوماتيكيا باستخدام نظام الطفو ويتدفق منه السائل الرائق بصفة مستمرة ٠ وتستخدم الآن أيضا أجهزة الترويق المستمرة continuous clarifiers المكونة من مجموعة من الأحواض المتسعة غير العميقة التى يدور بداخلها ببطء مجموعة أذرع٠ وهذه الأجهزة المستمرة تتميز باعطاء محصول أكبر من السائل الرائق مقارنا بتانكات الترسيب ، وبتدفق السائل منها بصفة مستمرة وبدفع الرواسب خارجها ميكانيكيا ٠ وقد تزود هذه الأجهزة بوسائل كشط المادة الطافية على السطح اذا وجد ذلك ضروريا بالنسبة لبعض المواد الغذائية ٠

ولما كانت طرق الترسيب settling باستخدام تانكات الترسيب تبدو بطيئة للغاية ، أصبح مفضلا اجراء الترويق باضافة مواد مروقة fining agents ثم الترشيح ٠ وهذه المواد تعطى منتجات رائقة تماما ٠ وتفيد مواد الترويق أيضا فى حالة السوائل التى يصعب حدوث الترسيب فيها والتى يصعب ترشيحها ، فعند اضافة مواد الترويق تترسب هذه المواد حاملة معها العكارة المراد التخلص منها ٠ ويشترط فى مواد الترويق ألا تترك أثرا غير مرغوب فى صفات المادة الغذائية أو فى صفات تخزينها ٠ وقد يكون عمل هذه المواد المروقة مجرد عمل ميكانيكى mechanical أو تبادل base exchange أو تجاذب كهربى mutual electrical attraction أو مساعدة على الترسيب coprecipitation وأشهر مواد الترويق المستخدمة هى ألبيومين البيض والكازين والطفل الأسبانى Spanish clay والبنتونيت bentonite والجيلاتين وغراء السمك animal isinglass وبعض مساعدات الترشيح filter aids وبعض الانزيمات ٠ وينصح باجراء تجربة مبدئية على قدر ضئيل من السائل لتحديد الكمية اللازمة من مادة الترويق ، فهذه الكمية تتفاوت باختلاف المواد السائلة وبحسب كمية الرواسب ٠

ويستعمل بياض البيض الطازج أو مسحوق البيومين البيض المجفف فى الترويق ، فينقع المسحوق فى الماء الدافىء ويقلب باحتراس على درجة حرارة غير مرتفعة لمنع حدوث التجمع coagulation ، ويصب هذا المحلول المحضر بتركيز ٢٪ ببطء فى السائل المراد ترويقه ويقلب المخلوط جيدا وبشدة لضمان امتزاج الألبومين بالسائل ، وبعدها يسخن السائل لدرجة ١٦٠ ـ ١٧٥° ف لتجميع الألبومين فيترسب أثناء التخزين خلال بضع ساعات او بضعة أيام .

والكازين التجارى محضر بطريقة خاصة تجعله قابلا للذوبان فى المنتجات الغذائية السائلة . ويمكن استعمال الكازين العادى بنقعه فى محلول أمونيا مخفف بنسبة جزء أمونيا الى عشرين جزءا ماء ، وغليـــان المحلول حتى تتبخر الأمونيا تماما ، وتخفيف محلول الأمونيا الى تركيز ٢٪ باضافة الماء ، ويستعمل المحلول المخفف فى الترويق مع مراعاة الرج الجيد لضمان المزج . فحموضة العصير ترسب الكازين ، ويتم الترسيب خلال ٢٤ ـ ٤٨ ساعة عقب البسترة . ومن عيوب الكازين casein أنه يسبب بهتان لون بعض المواد الغذائية السائلة الملونة ، ولذا يعالج ذلك باستعمال التانين .

والطفل الأسبانى ينقع فى الماء لمدة أسبوع للحصـــول على مخلوط تركيزه ١٠٪ يضاف للسائل فيما بعد ويسخن لدرجة ١٤٠° فهرنهيت لتسهيل التجمع والترسيب .

ومسحوق البنتونيت ينخل ويقلب فى الماء حتى يتكون معلق متجانس كريمى تركيزه حوالى ٥٪ ، ويصب هذا المعلق فى العصير أو السائل المراد ترويقه ويقلب جيدا ، وقد يسخن المزيج لدرجة ١٤٠° ف لاسراع التجمع والترسيب . ويكثر استخدام البنتونيت حاليا فى ترويق العصير المعـد لصناعة الجلى وفى كثير من أغراض التصـــنيع الغذائى الأخرى . ويجب تحاشى تأثير البنتونيت على نكهة بعض السوائل .

وغراء السمك مرغوب فى ترويق النبيذ ، ويجهز بنقعه فى السائل البارد أو الدافىء المحمض بحامض الستريك ثم يطحن ويدهك على منخل دقيق الثقوب • ويضاف محلول غراء السمك ببطء الى السائل مع التقليب الشديد فيتكون راسب خفيف يمكن فصله بشرط تحاشى التقليب أثناء الفصل • ولازالة غراء السمك يجب اضافة كمية مماثلة له فى الوزن من التانين لازالته أثناء الترويق •

ومسحوق أو حبيبات أو صفائح الجيلاتين الجيد تذاب فى الماء الساخن بنسبة أوقيتين فى الجالون وتضاف للسائل مع التقليب الجيد • ثم يترك السائل للترسيب • ويجب أن يضاف التانين للسائل قبل اضافة الجيلاتين ببضعة أيام فينفصل مع الجيلاتين أثناء الترويق • ويفيد التانين فى منع تاثير الجيلاتين ، أو الكازين ، على لون السائل •

ومساعدات الترشيح تضاف للسوائل بنسبة ١ـ٥٪ وبعدها يسخن السائل ويترك للترسيب •

والانزيمات البكتينية المستخدمة فى ترويق السوائل الغذائية يمثلها المستحضر التجارى المعروف باسم البكتينول pectinol الذى يستخرج من فطر البنسليوم Penicillium ، ويضاف للعصير الطازج ويترك لمدة ٢٤ ساعة لتحليل البكتين وترسيب حامض البكتيك • ويجب أن يبستر السائل عقب انتهاء معاملته لقتل الانزيم قبل التعبئة منعا لاستمرار تكوين رواسب بعد التعبئة • وتسبب هذه المعاملة الانزيمية تأثيرا فى نكهة عصير التفاح ، الا أنها مفيدة فى ازالة العكارة •

عمليات الترشيح :

يستخدم فى عمليات الترشيح مواد لاتؤثر فى نكهة وصفات تخزين المواد الغذائية ، مثل البلاستك والصلب المغطى بالبلاستك والسبائك المقاومة للتآكل • أما الحديد والنحاس والصفيح فليست مرغوبة فى

عمليات الترشيح بسبب ذوبان آثار منها فى المواد الغذائية السائلة ، مثل عصير الفاكهة ، فيتغير اللون وتتأثر النكهة وتظهر العكارة ويتأكسد جزء من بعض الفيتامينات • والألومنيوم غير صالح بسبب سرعة تآكله • ويمكن استعمال النيكل والمعدن المغطى بالكروم والحديد المجلفن galvaniZed iron و aluminum bronze فى بعض الأحيان •

والمرشحات متعددة الانواع، فمنهامرشحات الجاذبية gravity filters ومرشحات الضغط pressure filters ومرشحات السحب suction or vacuum filters

فمرشحات الجاذبية يمثلها مرشحات الأكياس bag filters مثل كيس الجلى jelly bag الذى يرشح به العصير ، وهو مصنوع من القماش السميك نسبيا ، وكذلك كيس ترشيح زيت الزيتون الذى به تفصل معظم الشوائب وقدر كبير من الماء • وأحيانا يرشح السائل بالأكياس تمهيدا لترويقه بالطرق المناسبة • ويمثل هذه المرشحات أيضا مصافى اللبن milk strainers ومرشحات الورق paper filters فزيت الزيتون مثلا يرشح فى النهاية خلال ورق ترشيح مطبق folded فى أقماع من الصفيح ، والشراب السكرى يرشح خلال مرشحات اللبن لازالة الشوائب منه قبل استخدامه • ومن المرشحات الشهيرة ما يعرف باسم pipe line strainers ، ومنها ما يناسب السوائل أو الغازات أو الهواء • وأحيانا تمغنط magnetized المصافى المعدنية فتصبح قادرة على اجتذاب الأجزاء الدقيقة من الشوائب الموجودة فى السائل • وتفيد هذه المصافى فى حماية المضخات من التلف الذى قد يصيبها من المسامير وقطع الحجارة وحبيبات الرمل التى قد توجد فى السوائل ، كما تمنع الانسداد بفعل شعر الفرش والأوراق التى قد توجد فى السوائل وتقلل من درجة جودتها • ويمكن الحصول حاليا على مصافى أو مرشحات من هذا النوع مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ ذات مسامية تتراوح بين ٢٠ ، ٦٥ ميكرونا ، وبمساحة تتراوح بين ١٨ بوصة

مربعة و٢٤ قدما مربعا • وبشكل اسطوانى أو نجمى أو منبسط • وفى بعض العمليات الخاصة تستخدم مرشحات pulp filters بها طبقـــة من الحجارة المسامية • ومرشحات الرمل عبارة عن مواسير مثقبة منغمرة فى حجارة ورمل ، فالرمل يحجز الرواسب من السائل المار خلاله متجها الى المواسير • وأحيانا توضع طبقة الرمل داخل غلاف معدنى من الصلب ويستخدم الضغط لدفع السائل خلال الرمل بدلا من الاعتماد على الجاذبية• ويمكن تنظيف مرشح الرمل بالغسيل العكسى • وهذا المرشح مستخدم فى تنقية مياه الشرب وحامض الفوسفوريك والمتخلفات •

ومرشـــحات الضغط منهـــا مرشـــحات اللب pulp filters ومرشـــحات الكبس filter presses ومرشـــحات الأقراص disk filters ومرشحات الصفائح الأفقية horizontal plate filters ومرشحات الصفائح والضغط pressure leaf filters ومرشحات الطبقة pad filters ومرشـــحات الشـــموع candle filters •

فمرشحات اللب pulp عبارة عن أسطوانة رأسية مصنوعة من النحاس أو الصلب غير القابل للصدأ محشوة بمجموعة أقراص سميكة من الخشب المضغوط أو ألياف القطن ، ويفصل هذه الأقراص عن بعضهـا مجموعة مصاف معدنية مســتديرة أو صفائح معدنية ، وترتب هــذه الاقراص بوضع يناسب مدخل ومخرج السائل بحيث يصبح كل قرص منها ممثلا لمرشح مستقل بذاته • وفى هذه المرشحات يتدفق السائل من خزانه العلوى الى المرشح بتأثير الجاذبية الأرضية ، أو قد يدفع الســائل بقوة المضخة • وبديهى أن ازدياد ضغط الألياف ببعضها يؤدى الى بطء عملية الترشيح الا أنه يزيد من صفاء المترشح • وهذه الأقراص المســتخدمة للترشيح يجب فصلها من آن لآخر لتنظيفهـا وازالة الرواسب المتخلفة عليها • وابسط أشكال هذا النوع من المرشحات عبارة عن قمع متصل بقابلة أو زجاجة ومضخة لسحب الهواء واحداث تفريغ ، ويحتوى القمع على ورق ترشيح أو اسبستوس أو لب مناسب للترشيح ، علما بأن طول الألياف يؤثر فى كفاءة الترشيح ، فالألياف القصيرة ومسحوق الأسبستوس

ومادة مساعدة للترشيح تجعل الترشيح بطيئا ولكن السائل المترشح يكون رائقا تماما . وهذه الطبقة المستخدمة في الترشيح تغسل من آن لآخر بسهولة ليعاد استخدامها . ومن مرشحات اللب أيضا النوع المعروف باسم Seitz filter الذي يتكون من حيز رأسي بداخله مصفاة مفطاة بطبقة من ألياف الأسبستوس أو من لب مناسب . والنوع الآخر المماثل من المرشحات عبارة عن اسطوانة مثقبة توجد بداخل أسطوانة أخرى أكبر منها مصنوعة من النحاس وتوضع طبقة اللب على سطح الاسطوانة المثقبة ويدفع النبيذ خلال هذه الطبقة لترويقه بدرجة معتدلة . وهذا المرشح الأخير قليل التكاليف ويسهل تنظيفه . ومرشحات الكبس المستخدمة في ترشيح الخل والنبيذ والشراب السكرى والمستخلصات والزيوت الغذائية وغيرها ذات كفاءة انتاجية تتراوح بين بضعة جالونات وبضعة آلاف من الجالونات في الساعة ، وهي تعمل على درجات حرارة متباينة وتحت ضغوط متباينة . ومرشح الكبس عبارة عن مجموعة أقراص ذات قنوات grooved مصنوعة من المعدن أو البلاستيك أو الخشب متبادلة مع مجموعة حلقات مفتوحة وبينهما قماش الترشيح ، ويعتبر كل قرص وحلقة وما بينهما من قماش الترشيح عبارة عن وحدة ترشيح مستقلة . فبدفع السائل بالمضخة خلال الحلقات يترشح السائل خلال القماش منطلقا الى القنوات على سطوح الأقراص ومنها الى الخارج . ويمكن اضافة كمية من مادة مساعدة على الترشيح الى السائل فتترسب على قماش الترشيح وبذلك تنخفض المسامية وتزداد كمية الشوائب المفصولة ويتحسن مظهر السائل المترشح . وعندما تنتهي عملية الترشيح يمكن دفع الهواء في جهاز الترشيح لدفع بقايا السائل المحتجزة به ، كما يمكن غسيل البقايا من المرشح . ويلاحظ أن عملية الترشيح تتوقف تماما في حالة تمزق قماش الترشيح ويمكن استبدال قماش الترشيح بورق ترشيح في هذه المرشحات اذا كان الورق يناسب السائل المراد ترشيحه مثل زيت الزيتون . ومن مرشحات الكبس البسيطة جهاز مكون من مجموعة مناخل دقيقة الثقوب معلقة داخل اسطوانة مغلقة ويوضع على سطح المنخل طبقة الترشيح التي يمكن تكوينها بدفع

مزيج المادة السائل بواسطة مضخة خلال المرشح فتتخلف مادة الترشيح siliceous earth على سطح المنخل • ومواد الترشيح المستخدمة فى هذه المرشحات عديدة منها ورق الترشيح والقماش والصوف والأسبستوس والمطاط والخيوط المعدنية ، سواء استخدم معها مناخل سلك لتحملها أو لم تستعمل • وتمتاز مرشحات الكبس ذات الصفائح والحلقات المشروحة سابقا بقلة تكاليفها وسهولة تشغيلها وطول مدة بقائها ومناسبتها للوجبات الصغيرة وامكان تشغيلها بطريقة مستمرة وسهولة استبدال بعض أجزائها • ومرشحات الأقراص تعمل بطريقة مستمرة أو بطريقة الوجبات ، وتفيد فى ترشيح المستخلصات والشراب والعصير العادى والعصير المركز والخمور والمحاليل الملحية والزيوت والأحماض والكحولات والماء والمذيبات والكيماويات والمواد الطبية والصابون ، وهى تصنع بطرق خاصة • ومرشحات الصفائح الافقية عبارة عن مجموعة صفائح أفقية عليها مادة الترشيح وفوقها مساعدات الترشيح ، ويمر السائل المراد ترشيحه خلال مادة الترشيح بتأثير الجاذبية الارضية ، وهى تعمل بطريقة مستمرة أو على دفعات ، كما أنها تعمل فى مجال متسع من درجات الحرارة والضغط واللزوجة • وهذه المرشحات مستخدمة للكحولات والقلويات والمشروبات والمستخلصات والكيماويات والصموغ واللبن والمولاس والزيوت والشراب والماء والنبيذ وغيرها • ومرشح الصفائح والضغط يشبه مرشح الكبس ، وبه كل صفيحة محاطة بالسائل المراد ترشيحه ، الا أن تكاليف تشغيله أقل والحيز الذى يشغله أصغر • ومرشحات الطبقة عبارة عن براويز معدنية بينها طبقة رقيقة من اللب وألياف الأسبستوس ، وهى تفيد فى اعادة ترشيح العصير لتحسين مظهره • الا أن هذه المرشحات يعاب عليها ارتفاع تكاليف طبقات مادة الترشيح التى تستعمل عادة مرة واحدة فقط ، وكذلك التأثير على لون النبيذ وبعض السوائل بسبب ذوبان جزء من حديد ونحاس مادة الترشيح فى السائل • ومرشحات الشموع عبارة عن مجموعة أنابيب من الصينى مفتوحة من طرف واحد فقط ومثبتة داخل غلاف معدنى ،

وتستعمل للترشيح خلال مسام الصينى الدقيقة وبذلك يتسنى فصل كل الأحياء الدقيقة ·

ومرشحات السحب تشبه بودقة جوتش Gooch وقمع بوخنر Buchner المحتويين على قاع مثقب عليه مادة الترشـــيح والمثبتين فى قمة قابلة أو تانك الاستقبال الذى يتعرض لسحب جزء من هوائه فيسبب ذلك سرعة مرور السائل خلال طبقة الترشيح التى تحجز الشوائب · ومن مرشحات السحب المستمرة جهاز عبارة عن أســطوانة تدور حول محورها وعلى سطحها مادة الترشيح ، فعند دوران الاسطوانة ينغمر جزء منها فى السائل المراد ترشيحه ويتعرض هذا الجزء للتفريغ عن طريق صمام أوتوماتيكى على المحور فيمر السائل خلال طبقة الترشيح ويمر الى ماسورة معينة بينما تتخلف الرواسب على سطح الاسطوانة ويمكن ازالتها بالغسيل بالرذاذ وبسكين الكشط ·

وفى عمليات الترسيب قد يستعان بالطرد المركزى لاسراع الترسيب كمــا هو الحال فى مرشــحات الطرد المركزى centirfugal filters التى تزيد سرعة الترسيب بفعل الجاذبيــة الأرضية بدرجة كبيرة جدا · ويمكن استخدام ماكينات سرعتها تصل الى ٤٠٠٠٠ دورة فى الدقيقة ·

عمليات الفصل الكهرومغناطيسية :

تستخدم الخاصية المغناطيسية فى فصل الشوائب المعدنية المعروفة باسم tramp iron الموجودة فى المنتجات الغذائية من جراء وجود قطع حديد أو مسامير أو أسلاك أو غيرها فى الخامات ، بالاضافة الى الجزء المعدنى الذى ينتقل الى المنتجات اثناء تصنيعهــا نتيجة لتاكل معدن الماكينــات والادوات ، وهذا الجزء المعدنى يعرف باسم iron filings · وفى بعض المصـــانع تمرر المـــادة الغذائية على مغناطيس لاجتذاب المعادن ، بينما فى حالات أخرى تمرر المادة خلال مجال مغناطيسى · وأجهزة الفصـــل

الالكترومغناطيسى electromagnetic separators متعددة ، فمنهـــا Ferro filter للسوائل و Type T separator للمعلق و Drum type و Magnetic pully و Cross belt و Lifting magnet و Spout type magnet للمواد الصلبة ٠

عملية تبادل القواعد :

لازالة بعض الأيونات من المواد الغذائية يمكن استبدالها بأخرى، كأن تستبدل أيونات الكالسيوم والمغنسيوم المسببة لعدم الثبـــات بأيونات صوديوم أو بوتاسيوم مثبتة ٠ ويجرى ذلك بدفع المادة الغذائية بواسطة مضخة داخل عامود زيوليت zeolite أو أى عامود ممتلىء بمادة تبادل القواعد base exchange لاحداث التبادل المطلوب . وعادة يغســل عامود الزيوليت عقب استخدامه بالماء ثم يمرر به مزيج من حامض خليك مخفف وكلوريد صوديوم وكلوريد بوتاسيوم لتجديد العـــامود وازالة أيونات الكالسيوم والمغنسيوم ، وبعدها يغسل العامود بالماء فيصبح معدا للاستخدام مرة أخرى ٠ وهذه الطريقة متبعة لتحسين صـــفات اللبن البقرى حيث تزال أيونات الكالســـــيوم من اللبن وبذلك يصبح مقدار الكالسيوم غير المتأين المتبقى فى اللبن موازيا أربعة أمثال الكالسيوم فى لبن السيدة وهذا يجعل خثرة اللبن البقرى المتكونة فى معدة الطفل لينة وسهلة الهضم بعكس خثرة اللبن البقرى العادى غير المعامل بتبادل القواعد فتكون شديدة التماسك بطيئة الهضم ٠ وعندما يعامل اللبن بتبـــادل القواعد يميز على البطاقة باسم Soft kurd ٠ وفى بعض الحالات تعامل المادة الغذائية بأعمدة تبادل الكاتيونات والأنيونات معا ، مثال ذلك معاملة الماء للحصول على ماء خال من ثانى أكسيد الكربون مقاومته ٥٠٠٠٠ أوم ولا تزيد به نسبة المواد الصلبة المتأينة على عشرة أجزاء فى المليون ٠ وهذه الأعمدة يعاد استخدامها بعد اعادة تنشيطها بامرار حامض مخفف وقلوى مخفف خلالها ٠

عمليات التركيز :

تركز بعض المـواد الغـذائية بالتقطير distillation أو بالتبخير evaporation

فالتقطير مبنى على أساس التفاوت فى القابلية للتطاير بين مكونات المادة الغذائية . ولذلك تقطر المواد فى أجهزة ذات أشـكال وأحجام متفاوتة ، ومثال ذلك فصل الكحول أو الزيوت العطرية من خاماتها . وفى بعض الاحيان يعقب التقطير استخدام أعمدة التجزئة على درجة حرارة معينة لفصل أبخرة المكونات المختلفة عن بعضها ، حيث تتكثف المكونات المختلفة عند نقط متباعدة فى العامود فيمكن فصلها أو اعادة بعضها الى وعاء التقطير . وأعمـدة تركيز الـكحول rectifying columns يمثل الواحد منها مجموعة قطاعات كل منهـا يمثل وحدة تقطير منفصلة تعطى المكثف أبخرة مكونة من ٩٥ ٪ كحولا مع ٥ ٪ ماء . وهـذا التقطير قد يجرى بتسخين المادة فى انائها تسخينا مباشرا بالحرارة ، أو قد يجرى بامرار البخار خلال المادة . مثال ذلك زيت قشور البرتقال فانه يمكن فصله بالتقطير بالبخار ، الا أن صفاته تكون أقل جودة من صفات الزيت العطرى المستخرج بالكبس على البارد من وجهات اللون والنكهة والثبات والقابلية للحفظ على درجة الحرارة العادية . لذلك يفضل تعديل طريقة التقطير بالبخار باجرائها تحت ضغط منخفض .

ويجرى التقطير بطريقة الوجبات أو بالطريقة المستمرة ، أو بالتفريغ الشديد . ففى طريقة الوجبات يستخدم وعاء التقطير batch still or pot still المزدوج الجدران الذى تسخن فيه المادة ببخار يمر بين الجدارين ، فتتطاير أبخرة المكونات سريعة التطاير وتتكثف بمرورها فى مكثف يبرد بالماء . ويمكن اجراء هذا التقطير تحت ضغط مرتفع أو تحت تفريغ . وفى الطريقة المستمرة تستخدم أعمدة التجزئة التى تدخلها المادة المراد تقطيرها من نقطة تقرب من منتصف العامود فتتعرض للحرارة بتأثير الأبخرة المتصاعدة

من النصف السفلى للعامود نتيجة للتسخين • وتتكثف الأبخرة المنطلقة بمرورها فى مكثف مبرد بسائل التبريد الذى ينساب فى المكثف بسرعة محددة تجعل التكثيف الذى يتم فى حيز المكثف chamber المعروف باسم dephlegmator يكون تكثيفا جزئيا • وعامود التجزئة يمثل مجموعةمنمراكز التقطير يطفح من كل منها السائل المتجمع ليتلقاه المركز الذى يقع أسفله tier ، بينما يرتفع البخار الى المركز الذى يعلوه مخترقا السائل المتجمع فيه فيعتبر ذلك بمثابة عملية غسيل للبخار • ويتضح من ذلك أن السائل السفلى يتركز وتنطلق منه حرارة تعمل على تبخير المواد السريعة التطاير مما يؤدى الى تعزيز الأبخرة المتصاعدة لأعلى • وهذا يعنى أن كفاءة الفصل باستخدام هذه الأعمدة تتمشى مع عدد مراكز التقطير tiers فى العامود • وأحيانا تملأ هذه الأعمدة بمواد مالئة تعمل كأسطح يتم عليها التكثيف فيمتنع ظهور الفقاعات فى السائل المسخن وبذلك يقل الضغط • ويجب استخدام صفائح baffle plates لتوجيه البخار خلال المواد المالئة منعا من تكوين تشققات يسلكها البخار دون بقية السطح •

والتقطير بالتفريغ الشديد يناسب انتاج المواد ذات الوزن الجزيئى المرتفع ودرجة النقاوة المرتفعة ، مثل بعض الاحماض الدهنية والاسترات والكيماويات والأدوية والفيتامينات والزيوت • وفى أجهزة التقطير بالتفريغ الشديد يتصاعد البخار من وعاء التقطير ويمر فى مكثف مبرد سريع الدوران فيتعرض للتكثيف الجزئى ، ويعاد تبخير قطرات السوائل ذات درجة الغليان المنخفضة بتعرضها للحرارة أثناء سيولتها على جدار وعاء التبخير فيتصاعد بخارها مع بخار المادة الأصلية مما يجعل هذا البخار دائما مدعما بأبخرة المواد ذات درجة الغليان المنخفضة ومنخفضا فى نسبة أبخرة المواد ذات درجة الغليان المرتفعة التى فصلها المكثف أثناء التكثيف الجزئى •

ويعتبر الغليان boiling من العمليات الشائعة فى التصنيع

الغذائى ، فهو يجرى بقصد التركيز أو الطبخ أو الاذابة • ويؤدى التمادى فى الغليان الى فقد جزء من مكونات النكهة واللون وكذلك تحليل بعض المكونات وترسيب بعض الأملاح وطفو بعض الريم الناشىء عن تغيير طبيعة البروتينات • ومن الممكن تحاشى حدوث هذه التغييرات غير المرغوبة بتقصير مدة الغليان الى أقل حد ممكن أو باجراء التركيز تحت التفريغ • وعندما يجرى التركيز بالغليان تحت الضغط الجوى العادى تتأثر صفات المنتجات الغذائية الى حد كبير بطبيعة المواد المستخدمة فى اجراء الغليان ، فالنحاس والحديد والقصدير والخارصين تحول اللون الأحمر فى العنب الى اللون البنى وتكسب العصير طعما معدنيا • ولذلك يفضل استخدام أجهزة مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ أو مبطنة بالزجاج • وعادة يجرى التسخين باللهب المباشر أو بالبخار المار فى مواسير داخلية أو بين جدارى وعاء التركيز ، كما قد يجرى التسخين بالطاقة الشمسية أو بالرذاذ • ففى بعض المصانع الصغيرة مازالت الطريقة المنزلية للغليان والتركيز بالحرارة المباشرة تحت الضغط الجوى العادى متبعة • مثال ذلك التركيز فى حلة مصنوعة من الحديد تسخن باللهب المتولد من احتراق الخشب ، كما هو الحال فى صناعة العسل الأسود الذى يتعرض فى هذه الحالة لحدوث تكرمل وذوبان جزء من الحديد فى العسل ، وكذلك فى صناعة السكر فى المصانع القديمة تسخن تانكات الغليان sugar boilers or sugar cookers البيضاوية الشكل تقريبا باللهب المباشر للاستفادة من الحرارة المرتفعة التى تفوق حرارة البخار ، وهذا التسخين المباشر من شأنه عدم تجانس توزيع الحرارة فى التانك وبالتالى تعرض بعض المناطق لحرارة أشد تجعل العصير فى هذه المناطق أكثر لزوجة وأدكن لونا • ويفضل فى الصناعة استخدام أفران الاحتراق السطحى surface combustion burners مثل cox burner المغطى قاعه بالطوب المسامى والمزود بصمام لامرار مزيج من غاز الاحتراق والهواء • فعند اشعال المخلوط يسخن القاع ويحمر اللون وتنعكس الحرارة على قاع تانك التركيز •وهذه الوسيلة للتسخين توفر حوالى ١٢٫٥٪ من غازات الاحتراق •

والتركيز بالبخار شائع في مجال التصنيع الغذائي • مثال ذلك تركيز عصير التفاح أو الكمثرى في حلل البخار steam pans وهي عبارة عن صندوق مبطن بالنحاس أو القصدير يغلي فيه العصير بواسطة مواسير البخـــار steam الممتدة بطول الصندوق • والحلل المسخنة بالبخار steam-jacketed kettles منتشرة في مصـــانع الاغـــذية ولهـــا القدرة على تركيز خمسمائة جالون من لب الطماطم الى نصف حجمها خلال ثلاثة أرباع الساعة • وحلل المربى jam pans تكون عادة متينـــة لتتحمل ارتفاع الضغط من ٧٠ ـ ١٠٠ رطل على البوصة المربعة أثنـــاء الطبخ • وتوجد أجهـــزة مستمرة continuous cookers تحول المحلول الخفيف الى شراب كثيف خلال ثمـــانية أو عشرة ثوان فقط وتعطى ٤٠٠ ـ ٨٠٠ رطلا من الشراب في الساعة •

والتركيز الشمسي solar concentration مســـتخدم على نطاق ضيق في البلاد ذات الجو الحار • ويجرى ذلك بوضع السائل المراد تركيزه في وعاء وتغمس فيه قطعة من القماش لتتشرب السائل ، وتنشر قطعـــة القماش على سطح الوعاء لتجف بتأثير حرارة الشمس فيتبقى عليها السائل المركز ، ويعاد الغمس والنشر عدة مرات حتى يتركز السائل الى الدرجة المطلوبة •

والتركيز بالرذاذ spray concentration يجرى بدفع الهواء الساخن من القاعدة ليواجه رذاذ السائل المراد تركيزه ، فيخرج الهواء محملا برطوبة وحرارة • ويعاد دوران السائل عدة مرات حتى يصـــل تركيزه الى الحد المطلوب •

والتركيز بالتجميد concentration by freezing يجـــرى في البلاد ذات الجو القـــارص بترك العصير في البراميل معرضا للجو حتى يتجمد جزئيـــا ، ويسحب العصير المركز من مركز البرميـــل لفصله عن بللورات الثلج التي تمتد على محيط البرميل متجهة تجاه مركزه • وقد

يرفع التركيز باستخدام الحرارة بعد الحصول على عصير مركز بالتجميد. ويعتبر التجميد وسيلة اقتصادية للتركيز نظرا لأنه يستنفد فى التجميد كمية من الطاقة توازى ١/٥ر٦ مما يلزم لتبخير نفس الكمية من الماء ، الا أن تكاليف عملية التجميد باهظة . وتتلخص طريقة Gore لتركيز العصير بالتجميد فى وضع العصير داخل غرفة التجميد أو فى علب منغمسة فى محلول التبريد وترك العصير حتى يتجمد ويصبح عبارة عن بللورات ثلجية وشراب خفيف أو كتلة متجمدة، ثم يجرش الثلج ويوضع فى ماكينة الطردالمركزى open-basket centrifuge التى تدار بسرعة متوسطة لتطرد الشراب المركز خلال الثقوب وتحتفظ بالبللورات الثلجية داخل السلة . ويمكن غسيل بللورات الثلج بالماء أثناء دوران الماكينة . وبهذه الطريقة يمكن رفع تركيز المحلول السكرى الى ٥٢٩ بومية . وتتشابه طريقة Monti مع الطريقة السابقة فيما عدا أن الثلج يفصل بالتصفية draining . ويمتاز التركيز بالتجميد بصفة عامة بالمحافظة على النكهة مقارنا بجميع طرق التركيز الأخرى .

ويجرى التركيز أحيانا تحت ضغط جوى منخفض ، أى تحت تفريغ ، لتقليل أو استبعاد التغييرات التى تظهر عادة أثناء التركيز تحت الضغط الجوى العادى open boiling . ويعزى تحسن صفات المنتجات المركزة فى هذه الحالة الى خفض درجة حرارة الغليان بعدد من الدرجات قد يصل الى المائة ، اذ أن ارتفاع الحرارة يزيد تكرمل السكر وفقد عوامل النكهة وتغير اللونوتحلل السكريات وبعض المكونات الأخرى. والمعروف أن كمية الحرارة اللازمة للتركيز، وهى مجموع الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة السائل الى درجة غليانه مضافا اليها الحرارة اللازمة لتحويل السائل الى بخار ، لا تختلف كثيرا فى حالة التبخير تحت تفريغ عنها فى حالة التبخير تحت الضغط الجوى العادى برغم انخفاض درجة حرارة الغليان الى حد كبير فى حالة التفريغ ، وذلك لأن حرارة التبخير heat of vaporization تعادل سبعة أمثال الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة السائل الى درجة الغليان . والجهاز المستخدم للتركيز تحت تفريغ يتكون

من حيز يوضع به السائل ويحيط به بخار التسخين وبقمته فتحة كبيرة متصلة بمضخة التفريغ وبمكثف لتكثيف البخار • والشائع أن يكون الجهاز اسطوانيا ومتيا ليتحمل التفريغ ، كما يلزم أن يكون القاع ثقيلا ليتحمل ضغط البخار والتفريغ • وفي كثير من المصانع تستخدم مجموعة اجهزة متصلة للتبخير multiple-effect evaporators ينتقل بخار التسخين من أولها الى الثانى ثم الى الثالث وهكذا ، وبذلك يكون التانك الأول أكثر المجموعة حرارة وأقلها تفريغا بينما التانك الأخير يمثل العكس • وأشهر وسائل تسخين الحلل تحت التفريغ هي باستخدام مجموعةأنابيب معدنية رأسية مفتوحة الطرفين يربطها صفائح معدنية سميكة فى شكل خلايا قرص شمع عسل النحل ويحيط بها البخار calandria ويسخن السائل بملامسته للأنابيب . اما التفريغ فيجرى بواسطة مضخات التفريغ الرطب أو مضخات التفريغ الجاف أو مضخات البخار أو مضخات الماء water jet pumps • ومن المفيد فى عمليات التركيز تحت تفريغ أن يكثف البخار المتصاعد أثناء التركيز تكثيفا جزئيا لتركيز المواد المكسبة للنكهة المتطايرة ويعاد اضافة هذه المواد المتكثفة الى عصير الفاكهة المركز لتحسين نكهته كما هو متبع فى طريقة Serolian . وعادة يحدد تركيز السائل بتحديد الحجم الذى ينتهى عنده التركيز أو بتقدير الوزن النوعى أو بتقدير معامل الانكسار، وتعتبر طريقة الرفر اكتومتر هى أكثر الطرق دقة •

عمليات البلورة :

عندما يصل تركيز المحلول الى درجة فوق التشبع ترسب منه بللورات المادة الذائبة ، ويزداد حجم هذه البللورات بازدياد التركيز أو عند تبريد المحلول • وأحيانا يستلزم الأمر اعادة اذابة البللورات المنفصلة واعادة التركيز والبلورة للتخلص من بقايا سائل الأم بما به من شوائب احتجزت بين البللورات أثناء رسوبها ،وبذلك تزداد درجة نقاوةالبللورات• وفي حالة الرغبة فى الحفاظ على الحجم الصغير للبلورات يتحقق ذلك

بالتقليب المستمر أثناء عمليـة البلورة . بينما فى بعض الحـالات يلزم الابقاء على المحلول ساكنا أثناء عملية البلورة . وبالنسبة لدرجة الحرارة يلاحظ أن بعض المواد يتبلور على درجة حرارة مرتفعة ، والبعض يتبلور من محاليل دافئة ، والبعض يتبلور من محاليل باردة .

وأجهزة البلورة متعددة. فمنها الاجهزة البسيطة single crystallizers القليلة التكاليف والمكونة من تانك أو حوض يدخله السائل الساخن المركز لدرجة معلومة ويترك فيه حتى تتم البلورة ، وبعدها يسحب سائل الأم بامالة الحوض قليلا ثم تؤخـذ البللورات لتنقى . وبديهى أن طول مدة البلورة تجعل من الصعب التحكم فى حجم البللورات . وفى طريقة أخرى تستخدم أجهزة البلورة المبردة بالماء والمزودة بمقلبـات تكشط البللورات المترسبة على الجدران المبردة . وتمتاز هـذه الطريقة باعطـاء بللورات متجانسة فى الحجم الى حد كبير . وفى أجهزة بلورة بعض السكريات قد يبرد السائل الساخن بدوران مواسير التبريد فى السـائل ، فتنخفض درجة الحرارة بسرعة حتى توشـك البللورات على الانفصـال ، وبعدها تخفض سرعة التبريد أثناء مرحلة انفصال البذرة ثم تثبت درجة الحرارة حتى تأخذ البللورات حجمها الكافى . ويتأثر محصول البللورات بدرجة الحموضة الفعلية pH فى سائل الأم وبكمية وطبيعة الشوائب . وفى بعض المصانع تستخدم أجهزة البلورة تحت تفريغ vacuum crystallizers أو Evaporation-cooled crystallizers التى تشـبه أجهزة التركيز تحت التفريغ ولكنها مزودة بمقلبات تمنع نمو البللورات على الجدران . وعادة يجرى التفريغ بعد تعبئة السـائل الساخن فى جهـاز البلورة ، فيتبخر جزء من المذيب ويترسب جزء من بللورات الذائب ، ويستمر ذلك حتى تصل درجة الحرارة الى نقطـة اتزان . وفى طريقـة أخرى للبلورة تستخدم أجهزة Flakers شبيهة بالمجفف الاسطوانى ، فـبرد الاسطوانة من الداخل وتدار بحيث تنغمر الى عمق معين فى السائل الساخن فيعلق جزء منه بجدار الاسطوانة ويتبلور عليـه بتأثير البرودة

ويمكن كشطه عند اكتمال دورة الاسطوانة وقبل بلوغ سطح السائل الساخن .

عملية الانتشار :

تستخدم عملية الانتشار Lixiviation or diffusion في مصانع سكر البنجر ، حيث تغمر شرائح البنجر فى الماء الدافىء داخل مجموعة تانكات متتالية فينتشر السكر خلال جدر الخلايا بتأثير الانتشار الاوسموزى osmosis ويذوب فى السائل المحيط بالبنجر • ويلى ذلك عمليات تركيز وبلورة السكر • ومن الممكن استخدام هذه الطريقة مع كثير من الفواكه والخضروات •

عمليات الاستخلاص :

تستخلص بعض المواد ، كالسكريات ، بالماء ، بينما تستخلص الزيوت والدهون بالمذيبات الدهنية • وينطبق اصطلاح الاستخلاص extraction أيضا على استخلاص عصير الفاكهة بالكبس pressing ، مثل عصير المشمش والخوخ والموالح ، وعلى استخلاص الزيوت بالمكابس البريمية expellers • واختيار الطريقة المناسبة للاستخلاص متوقف على طبيعة الفاكهة ومكان العصير فى الثمرة وصفات العصير • ففى حالة وجود مواد قابلة للذوبان غير مرغوبة فى القشور المحيطة بالعصير يلزم اختيار الطريقة التى يضمن معها عدم استخلاص هذه المواد أثناء استخلاص العصير ، ففى بعض الاحيان تعامل المواد الخام بالحرارة قبل الاستخلاص وفى حالات أخرى تهرس أو تطحن الخامات قبل الاستخلاص •

ويمثل اللوح والقماش rack and cloth press احدى وسائل الاستخلاص بالضغط • فبوضع الفاكهة المهروسة داخل قطعة من القماش السميك تترك بين لوحين من الخشب المتين كل منهما عبارة عن مجموعة سدابات خشبية ، وتكرار وضع طبقات متبادلة من الفاكهة المعبأة فى

القماش وألواح الخشب حتى يمتلىء المكبس ، ثم يبدأ الضغط على الفاكهة لاستخلاص العصير ٠

وفى طريقة أخرى للاستخلاص يستخدم القفص والمكبس basket press المكون من سلة خشبية جدرانها عبارة عن مجموعة سدابات خشبية يوضع بداخلها الفاكهة السليمة أو المهروسة معبأة فى قطع من القماش السميك حيث تعرض للضغط فيخرج منهـا العصير ويسيل بين السدابات متجمعا فى حوض سفلى ٠ والضغط المستخدم فى هذه الطريقة قد يكون ايدروليكيا باستخدام مضخة hydraulic pump أو باستخدام الروافع lever arm أو البريمة screw ٠ وتوجد حاليـا أجهزة للاستخلاص تعمل بطريقة مستمرة ٠ ومن الممـكن اعادة كبس الكسب المتخلف للحصول على مزيد من العصير ، الا أن هذا العصير يكون أدكن لونا وأضعف نكهة ٠ وتكبس بعض المواد على البارد بينما يكبس البعض الآخر ساخنا ٠

ومن طرق الاستخلاص الشائعة طريقة خاصة بالموالح ، حيث تهرس الثمار الكاملة ويفصل منها الزيت بالطرد المركزى ، الا أن الزيت الناتج يكون منخفض الدرجة من وجهة الصفات ، أو قد تبشر القشور ويكبس البشر ٠ وليس من السهل استخلاص زيت الموالح بالمذيبات الطيارة ٠

عملية ازالة الغازات :

تفيد عملية ازالة الهواء degassing or deaeration من بعض المنتجات فى المحافظة على لونها ونكهتها وفيتاميناتها بالاضافة الى تقليل حجم المنتجات بعض الشىء وتقليل حدة الفوران ٠ وفى هذه العملية تزال فقاعات الهواء والغازات بطريقة مماثلة لمـا هو متبع فى عملية التسـخين الابتدائى exhausting. والطريقة المتبعة مبنية على تعريض المنتجات السائلة أو شبه السائلة فى طبقات رقيقة للتفريغ المحدد مقداره ٠ ويمكن سحب الهواء من

المنتجات الجافة المسحوقة واحلال غاز خامل كالنتروجين محلها ، الا أنه ليس من السهل التخلص من كمية الهواء بأكملها ٠

عمليات الخلط :

تؤثر عمليات المزج والخلط mixing and blending فى درجة جودة كثير من المنتجات الغذائية السائلة واللزجة والصلبة ٠ وتشمل عمليات المزج أيضا عمليات التخفيف والاذابة والتعليق وخلط السوائل القابلة للامتزاج ٠

والاطعمة السائلة تمزج باستخدام مقلبات ميكانيكية agitators mechanical mixers وقد يكون الخلاط عبارة عن ذراع عريض يتحرك على قاع وعاء الخلاط ، كما قد يكون الذراع له مجموعة حدافات blades رأسية أو أفقية الوضع فيسمى الخلاط فى هذه الحالة gate agitator ومن المقلبات ذات السرعة المرتفعة تلك المعروفة بالنوعين Propeller . turbine

وبعض الاطعمة الدسمة، كالكاستارد وحشو الفطائر وكريمة الحشو ومخاليط الجيلاتى وبعض منتجات الالبان ، تجنس لتحسين خواص الاستحلاب، ويستخدم فى ذلك ماكينات الاستحلاب emulsifying machines وتفيد عملية التجنيس فى تصغير حجم حبيبات الدهن وبذلك لا تنفصل من اللبن أو غيره فى هيئة طبقة تطفو على السطح ٠ ويتلخص عمل هذه الماكينات فى دفع السائل بواسطة مضخة خلال مصافى قطر ثقوبها ٠٠٠١ر٠ من البوصة تحت ضغط يصل الى ٣٥٠٠ رطل على البوصة المربعة فتتكسر حبيبات الدهن وتصطدم الحبيبات المارة خلال الثقوب بجدار من الصلب يعمل على تحطيمها مرة أخرى ٠

ويمكن مزج السوائل بطريقة الدوران circulation mixing حيث يسحب السائل من قاع الصهريج ويصب فى قمته ويكرر ذلك بعض الوقت ٠

أما السوائل اللزجة viscous والعجــائن pastes فتمزج باستخدام intermeshing agitatorأو الخلاطات مزدوجة الحركة double motion mixersأو العجانات kneader mixersأو خلاطات Muller mixers فالنـــوع الاول من الخـــلاطات يمثله خلاطات Marshmallow beaters ذات المجموعتين من المقلبات الرأسية ، احداهما مثبتة والثانية تتحرك لتجرف المواد من جدران اسطوانة الخلاط • وتدخل الخامات من فتحة فى الغطاء العلوى بينما تخرج المادة الممتزجة من صمام فى القاع • والنوع الثانى من الخلاطات وهو ذو الحركة المزدوجة تمثله الخلاطات الرأسية المكونة من وعاء مسخن بالبخار وبداخله مقلبـــات تؤدى مهمة التقليب والخلط وكذلك تكشط المـــادة الغذائية من جـدران الوعاء ليتم الخلط ويمتنع احتراق الجزء الملاصق للجدران • وقد تقسم المقلبات الى قسمين يدوران عكس بعضهما أو بسرعتين مختلفتين • وقـد يكون ممـــكنا تغيير وضع المقلبات برفعها الى أعلى أو خفضها الى أسفل • ومن أمثلة هذه الخلاطات أيضا تلك المستخدمة فى صناعة الفـــوندان وما يمـــاثله وتعرف باسم cream beaters وهى مكونة من مجموعة اسطوانات بداخل كل منهـا مقلب قوى يضرب المحلول السكرى فوق المشبع عند دخوله من احد طرفى الاسطوانة وينقله الى الطرف الآخر تجـاه فتحة الخروج مارا على سطح قليل الانحدار • ويجب التخلص من الحرارة المنطلقة أثناء المزج والبلوره للحصول على فوندان fondant جيد القوام وخال من سائل الام وبللورات السكر به صغيرة الحجم • والعجانات تستخدم فى المخابز ، وهى تحتاج لقوة محركة كبيرة قد تصل الى حصـــان لكل خمسة جالونات • وبعض العجانات يلزم تبريده أثنـــاء الخلط ، بينما البعض الآخر يحتـــاج الى تسخين • ويمكن تشغيل العجـــانات تحت ضغط مرتفع أو منخفض • وتستخدم خلاطات ممـــاثلة Mogul machines فى صناعة اللاذن وبعض الحلوى • والنوع الرابع من الخـــلاطات يمثله ماكينـــات مزج السكر بالشيكولاته السائلة وزبد الكاكاو ، وماكينات تنعيم الشيكولاته وتحسين نكهتها وخفض رطوبتها فى العملية المعروفة باسم conching التى تحقق تغطية حبيبات السكر بزبد الكاكاو مما يقلل من الملمس الدهنى ويحسن

من صفات التخزين ، بالاضافة الى أكسدة التانينات وطرد بعض الاحماض بتأثير الحرارة وسرعة التقليب • وتعتبر الماكينة conche ذات أثر واضح فى صفات الشيكولاته ، وهذا الاثر مرجعه الى حركة الشيكولاته السائلة داخل الماكينة مدة طويلة • وطواحين الشيكولاته Melangeurs عبارة عن حجرين يدوران داخل وعاء من الجرانيت يحتوى على مكونات الشيكولاته • وتوجد طواحين مماثلة مصنوعة من الصلب تستخدم فى بعض أغراض التصنيع الغذائى •

والمساحيق الجافة تمزج باستخدام طاحونة الكرات ball mill type mixer أو tumbling drums أو mixing cone فمن الطرق البسيطة الشائعة لخلط المساحيق الجافة وضع هذه المساحيق فى تانك يقفل جيدا ويدار حول محوره لاتمام الخلط ، وبعدها يفتح التانك وتصب منه المحتويات.وتعرف هذه الطريقة باسم tumbling drums أما طريقة كون الخلط ففيها تصب مكونات المخلوط المراد تحضيره بالنسب المحددة على سير ينقلها الى الكون فتتساقط على الجدران وتنقلها بريمة من قاع الكون الى العبوات •

عملية التغطية :

لتغطية coating بعض المنتجات السكرية والنقل بالسكر أو بغطاء سكرى تستخدم حلل dragee pans من النحاس أو من الصلب المبطن بالزجاج تميل فى وضعها بزاوية قدرها ٦٠° وتدار بسرعة بطيئة وتسخن بالبخار من الخارج • ويبدأ العمل بوضع المواد المراد تغطيتها داخل الحلة وتدار هذه قبل أن يصب فيهـا بالتدريج الشراب السكرى فوق المشبع والمحتوى على مكسبات النكهة والمادة الملونة بالقدر الذى يكفى لترطيب المواد • فبتأثير الحرارة تتبخر الرطوبة أثناء دوران الحلة ويتكون على المواد طبقة سكرية تزداد سماكة كلما أعيد اضافة الشراب السكرى • ويمكن اسراع عملية التجفيف بدفع هواء ساخن نقى فى داخل الوعاء •

ويمكن تغطية بعض المواد بالشيكولاته بطريقة الغمس يدويا فى الشيكولاته المسخنة لدرجة ٨٤ ـ ٨٧٫٥° فهرنهيت ، وهى طريقة تعطى نتائج جيدة· وحاليا تستخدم ماكينات التغطية enrobers المزودة بأسلاك سريعة الحركة للتخلص من الذيل الذى يتكون عند التغطية بالشيكولاته· antitailing device

المعاملات الحرارية :

أصبحت معظم المصانع تعمل بالطريقة الأوتوماتيكية automatic control فبها ترتفع درجة الحرارة الى الحد المطلوب أوتوماتيكيا ، ويستمر التسخين على درجة حرارة معينة للمدة المحددة ، ويدفع الماء البارد أو الهواء بالضغط المناسب ، وتبرد المادة للفترة المطلوبة ، ويطلق ماء التبريد للخارج ، ويوقف الضغط أوتوماتيكيا · وتمتاز الطريقة الأوتوماتيكية بتحقيق التجانس فى المنتجات ، وتحاشى ارتفاع درجة الحرارة عن الحد المطلوب ، وتسهيل استخدام درجات حرارة مرتفعة وبالتالى مدة أقصر فى طبخ المواد الغذائية ، وزيادة القدرة الانتاجية للماكينة ، وتحقيق الاقتصاد فى استخدام البخار ، وامكان تعديل ظروف المعاملة الحرارية بما يتمشى مع حجم العلب الموضوعة فى الأوتوكلاف ·

وعند قياس درجة الحرارة يجب مراعاة تواجد قاعدة الترمومتر فى حيز غازى ليصبح مستودع الزئبق معرضا للبخار الحى فيعطى الترمومتر قراءة صحيحة عن درجة الحرارة فى الأوتوكلاف cooker المسخن بالبخار · والشائع هو تثبيت الترمومتر داخل غلاف معدنى فى جدار الأوتوكلاف فى منتصف المسافة بين القاعدة والقمة ·

وأجهزة التحكم فى المعاملة الحرارية بعضها ذاتى self-actuated controllers لا يتحكم فى العملية بغاية الدقة ولذا فاستعماله فى الأوتوكلاف غير مرغوب ، والبعض يتحكم بطريق غير مباشر indirect controllers · فمن أمثلة النوع الاول قضيب معدنى مثبت من

أحد طرفيه ويتصل طرفه الآخر بالرافعـــة ، فاذا تمدد نتيجة لارتفـاع درجة الحرارة كثيرا أدى الى غلق صمام البخـــار ، واذا انكمش نتيجة لانخفاض درجة الحرارة انفتح الصمام • اما النوع غير المبـــاشر فيمثله بصلة معـدنية يمتلىء نصفها بسائل درجة غليـانه منخفضة مثل الايثير وتتصل بأنبوبة معدنية صغيرة تربطها بحلزون معدنى coil ينتهى طرفه الحر بقلم يتحرك على اسطوانة مغطاة بورق رسم بيانى • فبارتفاع درجة الحرارة يتبخر جزء معين من الســائل مسببا ضــغطا معينا داخل البصلة والحلزون فيتمدد الحلزون ويظهر مقدار التمدد على ورقة الرسم البيانى • وعندما تنخفض درجة الحرارة ينكمش الحلزون ويتغير اتجـــاه القلم ، كما أن انكماش البصلة الواقعة تحت ضـغط هوائى قدره حوالى عشرون رطلا يؤدى الى فتح صمام البخار بواسطة ضغط الهواء ، وهذا عكس ما يحدث عند ارتفاع درجة الحرارة اذ تتمدد البصلة فيظل صمام الهواء مغلقا وبالتالى لا يصل الهواء المضغوط الى صـــمام البخار فيظل الأخير مغلقا أيضا • وفى بعض الأجهزة الحديثة تستخدم الدورة الكهربائية للتحكم فى صمام البخـار ، فاذا ارتفعت درجة الحرارة أو انخفضـــت انقطعت الدائرة أو اتصلت وبالتالى يقفل أو يفتح صمام البخار •

وأثناء التسخين تنتقل الحرارة من مصدرها الى المادة المراد تسخينها اما بطريق التوصيل conduction من جزىء الى آخر فى المواد الصلبة كالعلب والبرطمانات ، أو شبه الصلبة كالعجائن وجيل النشا والجيلاتين ، أو بالانتقال convention حيث يســخن جزء من الســائل فتقل كثافته ويرتفع لأعلى مسببا حدوث تيارات من السائل الســاخن تنقل الحرارة الى جميــع مناطق الســائل ، ويعطى الانتقال نتيجة أسرع من التوصيل • وعند تقدير سرعة انتقال الحرارة يجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن مركز العلبة هو أكثر المناطق انخفاضا فى درجة الحرارة ولذا تحســب المعاملة ابتداء من وقت وصول درجة حرارة المركز الى الدرجة المطلوبة • ويتأثر انتقـــال الحرارة بالفارق بين درجة حرارة المادة المراد تسخينها

ودرجــة حــرارة وســـط التســـخين temperature differential وطريقة التسخين وطبيعة المـــادة المعبأة ودرجة نعومة المادة المعبأة وحجم العبوة وطبيعة معدن العبوة ونوع الكائنات الحية الموجودة في المادة المعبأة وتقليب العبوات أثناء المعاملة • والرسم البياني الممثل لانتقال الحرارة rate of heat transfer يمثـــل عـــلاقة لوغاريتميـــة ، اذ ينتج خط مستقل يمثل العلاقة بين لوغاريتم درجة الحرارة في مركز العلبــة وبين المدة محسوبة بالدقائق ، وهذا باستثناء الفترة عند بداية المنحنى lag period • وبديهي أن الخـــط البيـــاني يمثـــل ثلاث مراحل ، في الأولى تمتص المادة الغذائية قدرا كبيرا من الحرارة بســـبب التفاوت الكبير بين درجة حرارة المادة ودرجة حرارة بخـــار التسخين وهذا القدر ينتقل تدريجيا الى مركز العبوة ، وفي الثانية يستمر تســـخين مركز العبوة تدريجيا وببطء بسبب اقتراب درجة حرارة مركز العبوة من درجة الحرارة وسط التسخين ، وفي الثالثة تســـتمر درجة حرارة المركز في الارتفاع بقلة بسبب كونها ما زالت أقل انخفاضا من درجة حرارة جدار العبوة برغم ايقاف بخار التسخين • وفي مرحلة التبريد التي تعقب عملية التسخين تنتقل الحرارة من مركز العبوة الى الجدران •

ويمكن معرفـــة درجـــة الحـــرارة والمدة اللازمين لإبادة الميكروب المسبب للفســـاد باجراء محـــاولات متعددة بعد تنمية الميكروب على بيئة مماثلة للمادة الغذائية المراد معاملتها بقصد الوصول الى العلاقة بين المدة ودرجة الحرارة thermal death time curve • وهذه العلاقة عندما تقترن ببيانات عن سرعة انتقال الحرارة أثناء التسخين وأثناء التبريد تصبح مفيدة في تحديد ظـــروف المعاملة الحراريـــة ، بالرغم من وجـــود بعض الصعاب التي تجعل تطبيق البيانات المتحصل عليها من الرســـم البياني والتجارب التمهيدية ليس دقيقا • ومن هذه الصـــعاب اختـــلاف ظروف العملية الكبيرة عنهـــا في التجارب التمهيدية ، وتفاوت أحجـــام أجهزة التعقيم ، وتباين درجات الحرارة في المناطق المختلفة من الأوتوكلاف ،

ووجود بعض أحياء دقيقة مقاومة للحرارة مختلفة عن تلك التى أجريت عليها التجارب التمهيدية • ولذلك ينصح بتجربة البيانات الخاصة بدرجة الحرارة ومدة التسخين على مجموعة من العبوات تقدر بألف وحدة على الأقل •

وتؤثر مادة العبوة فى ظروف المعاملة الحرارية • فالعلب الصفيح توصل الحرارة بسرعة تفوق الزجاج بحوالى ثلاثين مرة • وطبيعة المادة الغذائية تؤثر أيضا • فالماء فى المادة الغذائية يسخن بالتوصيل وتنتقل الحرارةخلاله ببطء ، اذ لا تتجاوز سرعة التوصيل به قدر سرعة التوصيل فى الزجاج خمسة وعشرين مرة تقريبا الا أن الماء الذى يوجد على حالة حرة ، كماء المحلول المحيط بالمادة الغذائية ، فينتقل الحرارة بسرعة لأن الحرارة تنتقل فيه بالتوصيل وبالانتقال معا •

وحجم العبوة له أثره الواضح فى تحديد ظروف المعاملة الحرارية • فالعبوات الكبيرة تحتاج لمدة تسخين أطول عن الصغيرة بسبب ازدياد كمية المادة المعبأة وطول المساحة من جدار العلبة الى مركزها وصغر نسبة السطح الخارجى الى كمية أو حجم المادة المعبأة فى العلب الكبيرة عنه فى الصغيرة • فنسبة السطح الخارجى الى الحجم ٩ر٣ فى العلبة نمرة ١ بينما هى ٦ر١ فى العلبة نمرة ١٠ • وقد أصبح ممكنا حساب الوقت اللازم لتعقيم العلب الكبيرة من البيانات المعروفة عن العلب الصغيرة ، ولكن فى حالات محددة فقط ، مثل العلب التى يزيد طولها على قطرها والتى تسخن فيها المواد بالتوصيل فقط ، كعجينة الطماطم والسبانخ • فعلى سبيل المثال اذا كانت العلبة رقم ١ ، ذاتالقطر البالغ ٧ر٢بوصة ، تحتاج الى أربعين دقيقة حتى تصل درجة حرارة مركزها الى الدرجة المطلوبة ، فان العلبة نمرة ٥ر٢ ، ذات القطر البالغ ٠٦ر٤ بوصة ، تحتاج الى :

$$\frac{(\text{قطر العلبة الكبيرة})^{2}}{(\text{قطر العلبة الصغيرة})^{2}} \times \text{الزمن بالدقائق} = \frac{١٦٫٥ \times ٤٠}{٧٫٣}$$

= ٩٠ دقيقة تقريبا

وبديهى أن تركيب السائل المعبأ فى العلبة له أثره فى المعاملة الحرارية ، فازدياد اللزوجة وازدياد تركيز المواد الذائبة يقللان من سرعة انتقال الحرارة بسبب تقليل سرعة تيارات السائل الساخن • فقد تنخفض السرعة بما يقرب من ٢٥٪ فى المحلول السكرى المركز •

ولطبيعة وحجم وحدات المادة الغذائية المعباة تأثير على انتقال الحرارة • فهذه المواد قد تكون فى صورة مكعبات أو شرائح أو انصاف ثمار او عجينة أو غيرها • وجميعها تتفاوت فى مدى انتقال الحرارة بها•

وتتغير ظروف المعاملة الحرارية فىحالة ازدياد كمية الأحياء الدقيقة الملوثة للمواد الغذائية • كما أن تقليب العلب داخل المعقم يزيد من سرعة انتقال الحرارة بسبب تقليب المادة الغذائية وتكوين تيارات بداخلها ، ويسمح باستخدام درجة حرارة أعلى نسبيا مع بعض الأطعمة فتقل مدة التسخين وهذا يؤدى الى المحافظة على النكهة •

وليس هناك فارق واضح فى سرعة المعاملة الحرارية بين التسخين بالبخار أو بالماء الساخن ، اذ لوحظ أنه عند التسخين بالبخار فى الاوتوكلاف سرعان ما تتكون طبقة من الماء على سطح العلبة تعمل على توصيل الحرارة من البخار الى العلبة • وينصح بطرد الهواء من الأوتوكلاف فىبداية العمل لأن وجوده يقلل من كفاءة التسخين بالبخار •

والحموضة الفعلية pH لها تأثير فى المعاملة الحرارية ، فكلما زادت الحموضة الفعلية كلما أمكن استخدام مدة تسخين أقصر • وقد اصطلح على اعتبار الأطعمة حمضية عندما يكون رقم pH أقل من ٤ر٥ ، بينما تكون غير حمضة اذا زاد الرقم عن ٤ر٥ •

عملية السلق :

جميع الخضروات وبعض الفواكه تسلق preheated or blanched أثنـاء تصنيعها لقتل ما بها من انزيمات • وتفيد عملية السلق فى ازالة قدر من الشوائب ومن الأحياء الدقيقة الملوثة • وقد تجرى عملية السلق فى العلب الصفيح ثم تصفى محتويات العلبة ويصب فيها المحلول الملحى أو السكرى • ويلاحظ أن عسر ماء السلق يؤثر فى صفات المادة الغذائية• ويجرى السلق بطريقة الوجبات batch أو بالطريقة المستمرة • ففى طريقة الوجبات توضع الخضروات فى سـلة مثقبة وتغمس فى الماء المغلى وتترك المدة المحددة • وفيما يلى درجات الحرارة المناسبة لسـلق بعض الأطعمة :

الطعام	المدة ق	درجة الحرارة °ف	الطعام	المدة ق	درجة الحرارة °ف
تفـاح	٥	١٨٠-١٩٠	كرفس	٣-٤	٢١٢
	٣-٤	٢١٢	تين	١٠	٢١٢
اسبرجس	٢-٤	٢١٢	عيش الغراب	١٠	٢١٢
فاصوليا خضراء	٢-١٠	٢١٢	خوخ	١-٢	١٧٥
بنجر	١٠	٢٢٠	بطاطا	٩-١٢	٢٤٠
جزر	١٠-١٥	٢١٢	برتقال	١٠	١٧٥-١٨٥

وبديهى أن درجة حرارة المادة الغذائية عقب السلق تؤثر فى مدة التعقيم •

عملية التغطية غير المحكمة :

فى عملية التغطية غير المحكمة clinching يوضع الغطاء فوق العلبة ليتصلا ببعضهما بدون احكام بحيث يتسنى خروج الغازات أثنـاء التسخين الابتدائى لطرد الهواء الذى يعقبه قفل العلب باحكام • وتفيد

هذه العملية فى حماية سطح المادة الغذائية من التأكسد أثناء التسخين ، وكذلك منع تناثر قطع المادة الغذائية أو تلف ما يبرز منها الى أعلى أثناء التسخين ٠

عملية طرد الهواء :

يفضل التخلص من الهواء والغازات قبل قفل العلب ، لمنع تأثير الاكسجين فى احداث تآكل بجدران العلبة وأكسدة بعض مكونات المادة الغذائية وفقد جزء من فيتامين جـ ٠ وتساعد عملية التفريغ exhausting هذه على بقاء غطاء وقاع العلبة مقعرين للداخل مما يدل على سلامة محتويات العلبة ، حيث المعروف أن فساد المادة المعبأة يؤدى الى بروز القاع والغطاء للخارج ٠ وكلما ارتفعت درجة الحرارة عند قفل العلب زاد مقدار التوزيع بداخلها وتأخر ظهور أعراض الانتفاخ الايدروجينى ٠ ويطرد الهواء بالتسخين على درجة ١٨٥ ــ ٢٠٥° فهرنهيت عادة ٠ وقد تستبدل طريقة التسخين بطريقة التفريغ الميكانيكى سواء أثناء عملية القفل المحكم للعلب أو بعدها خلال ثقوب تترك لهذا الغرض وتلحم بأحكام عقب التفريغ ٠ كذلك قد تستخدم الحرارة والتفريغ الميكانيكى معا ٠ والصناديق المستخدمة فى عملية التسخين وطرد الغازات متعددة الأنواع منها circular type و cable type و chain-track type و rotary type و disk type ٠

ولا توجد ضرورة ملحة لطرد الغازات من عبوات بعض الأطعمة ، مثل الذرة والبسلة والأسبرجس والبطاطا والسبانخ وعصير التفاح وعصير البرتقال وبوريه الطماطم والصلصة الحريفة٠ كذلك تزال الغازات بدون استخدام الحرارة فى حالة العبوات الزجاجية المحتوية على أسماك أو جلى أو فاكهة محفوظة ٠ وبالنسبة لمجموعة من الأطعمة فان درجات الحرارة ومدة التسخين المستخدمتين لازالة الغازات من العبوات موضحة فيما يلى :

الطعام	المدة ق	درجة الحرارة °ف
تفاح	٧	١٩٠
مشمش	٤ـ٨	١٩٠ـ٢١٢
أسبرجس	٥	١٨٠
فاصوليا خضراء	٤ـ٦	٢١٢
كريز	٥ـ١٠	١٦٥ـ١٩٠
عصير عنب	٢٠ـ٣٠	٨٠ـ١٠٠
خوخ	٤ـ٨	١٩٠ـ٢١٢
طماطم	٢٠	١٣٠ـ١٥٠
زيتون	٤ـ٥	٢٠٠ـ٢١٢
أناناس	٤ـ٦	١٨٥ـ٢٠٤
برقوق	٥ـ٦	١٨٠ـ١٩٠
بطاطس	ـ	١٨٠
قراصيا	٤ـ٦	٢٠٠
سبانخ	١٠ـ١٤	٢١٢
شليك	٥ـ٦	١٨٠ـ١٩٠
بطاطا	١٨	١٨٥ـ٢٠٠
فاكهة مهروسة	١٠ـ١٢	٢٠٠ـ٢١٢

عملية القفل المزدوج :

تقفل العلب الصفيح قفلا مزدوجا double seaming ميكانيكيا. ويفضل دائما اجراء القفل المزدوج على درجة حرارة مرتفعة. وعادة تكون درجة حرارة مركز العلبة حوالى ١٦٠ـ١٧٠°ف فهرنهيت ، ومقدار الضغط ١٢ ـ ١٥ بوصة .

عملية التعقيم :

تحتـــل عمليـــة التعقيم cooking or sterilization مكانة هامة فى صناعة التعليب • ولا تعقم المعلبات تعقيمـا بكتريولوجيا ، اذ لا تصل المعـاملة الحرارية الى حد قتل جميع الأحيـاء الدقيقـة فى المادة الغذائية بل تتخلف بعض الأحيـــاء المقاومة للحرارة thermophiles or heat-resistant aerobes ونـــكنها لا تنمو بعـد التعقيم بسبب عدم ملاءمة الظروف لنموها ، وهذه الأحياء يمكن ابادتها بالمعاملة الحرارية تحت ضغط مرتفـع pressure cooking • وليس مرغـوبا تجـــاوز الظروف المناسبة للمعاملة الحرارية overrcooking لأن هذا يتلف صفات المادة الغذائية • وبديهى أن العبوات يجب قفلها باحكام لمنع اعادة التلوث بالأحياء الدقيقة عقب اتمام التعقيم • وتفيد المعاملة الحرارية فى جعل المنتجات أقل عرضة للفساد بفعل الأحياء الدقيقة ، كما قد تتحسن النكهة والقوام واللون فى بعض الخضروات •

ويتوقف اختيار درجة حرارة ومدة التعقيم على صفات المـادة المراد تعقيمها • فعصير الفاكهة الحمضى يعقم على درجة ١٥٠ــ١٨٥° فهرنهيت، أى على درجة حرارة أقل من درجة غليان المـاء ، بينمـا الخضروات قليلة الحموضة تتطلب التسخين على درجة ٢١٢° فهرنهيت لمدةتتراوح بين ثلاث وعشر ساعات اذا أريد ابادة جراثيم الأحياء الدقيقة • وفى اللحوم ينصح بالتسخين على درجة ٢١٢° فهرنهيت لمدة ساعة وتترك العبوات لمدة ٢٤ ساعة ثم يكرر ذلك مرتين ، فهـــذا يعطى نتائج أفضل من وجهـة ابادة الأحياء الدقيقة بالرغم من أنه لايبيد ميكروب الكلوستريديوم بوتيولينم• ومن المفيد أحيـانا تحميض اللحوم أو الخضروات بعصير الليمون أو الخل أو حامض الستريك أو حامض الطرطريك لتســهيل عمليـة التعقيم • كذلك ينصح باطالة مدة المعاملة الحرارية بمعدل دقيقتين كلما انخفضت درجة حرارة المعاملة عن ٢١٢° فهرنهيت بمعدل درجة واحدة • ولسهولة الحساب يمكن اعتبار وزن المـادة المعبأة فى العلب يقابل وزنا مماثلا من

الماء نظرا لتساوى الحرارة النوعية لـكل من الماء والخضروات أو الفاكهة تقريبا .

والتعقيم يجرى فى الأوتوكلاف الذى يلزم احتواؤه على ضابط أوتوماتيكى للحرارة ، وترمومتر ، وفتحة للتهوية قطرها ¼ بوصـة على الأقل تظل مفتوحة طيلة فترة رفع درجة الحرارة الى الحد المطلوب ، ومواسير لدخول البخار، وفتحة سفلية للتصريف. ويجب ترك بعض الفتحات والصمامات شبه المفتوحة بفتحة ضئيلة طيلة العملية ليستمر سريان البخار ، بالرغم من أن هذا يعنى استخدام نسبة زائدة من البخار . وأشهر طرق تسخين المعقمات هى طريقة البخار، وطريقة البخار والهواء، وطريقة الماء والهواء، وكلا الطريقتـــان الأخيرتان تستعملان للعبوات الزجاجيـــة ، حيث تغمر العبوات الزجاجية فى الماء داخل الأوتوكلاف ويسخن الماء بالبخار ويمرر الهواء الســـاخن للتقليب ولاحداث ضغط يســاعد على بقاء الغطاءات فى مواضعها .

وأنواع المعقمات متعددة ، فمنها النوع المستمر continuous variable discharge type الذى يسخن بالبخـــار الحى المباشر أو يوضع به ماء يشغل ثلاثة أرباع الحيز ويغطى العلب جميعها ويسخن ، ومنها الأنواع التى تعمل تحت ضغط سواء بدون تقليب وبطريقة غير مستمرة discontinuous non agitating pressure cookers أو بإجراء تقليب discontinuous agitating pressure cookers أو التى تعمل أوتوماتيكيا automatic pressure cookers أو بطريقة مستمرة continuous cooker ، بالاضـافة الى الأنواع العـادية open cookers التى تعمـل على درجـــة ٢١٢° فهرنهيت تحت ضغط يســـاوى الضغط الجوى . ومعقمات الضغط قد تكون رأسـية أو أفقية ، وتمتاز الأفقية بوجود با بين قويين أحدهما لادخال المادة المعباة فى سـلة مثقبة بسهولة والثانى لخروج العلب بعد التعقيم .

والجدول التالى يوضح درجة حرارة ومدة التعقيم المناسبتين لبعض

الأطعمة المعبأة في علب صفيح نمرة ٢½ عند تعقيمها في أوتوكلاف عادى بدون تقليب :

الطعام	المدة ق	درجة الحرارة °ف
تفاح	٨ـ٢٠	٢١٢
مشمش	٤ـ١٥	٢١٢
أسبرجس	٢٠	٢٤٠
أسبرجس	٣٠	٢٣٥
فاصوليا ليما	٢٠ـ٤٥	٢٤٠ـ٢٥٠
فاصوليا خضراء	٣٠ـ٣٥	٢٤٠
بنجر	٢٥ـ٤٠	٢٤٠
كرنب	٢٥ـ٤٠	٢٤٠ـ٢٥٠
جزر	٣٠ـ٣٥	٢٤٠
قنبيط	٢٠ـ٢٥	٢٤٠ـ٢٥٠
كرفس	٢٥ـ٣٠	٢٤٠
كريز	١٢ـ٢٥	٢١٢
ذرة	٧٠ـ٩٠	٢٤٥ـ٢٥٠
تين	١١	٢١٢
عنب	١٢	٢١٢
جريب فروت	٢٠ـ٣٠	١٨٠ـ١٩٠
عيش الغراب	...	٢٣٠ـ٢٣٥
برتقال	...	أقصاها ١٨٥
باميا	١٧	٢٤٠
خوخ	١٥ـ٤٠	٢١٢
كمثرى	١٢ـ٢٥	٢١٢
بسلة	٣٥	٢٤٠
أناناس	١٠	٢١٢

الطعام	المدة ق	درجة الحرارة °ف
برقوق	٧ـ١٤	٢١٢
بطاطس	٣٠ـ٤٥	٢٤٠
قرع عسلى	٩٠	٢٥٠
روبارب	١٣	٢١٢
سبانخ	٥٠	٢٥٢
شليك	٥ـ٩	٢١٢
طماطم	١٠ـ١٥	٢٢٠
طماطم	٣٠ـ٣٥	٢١٢
كوكتيل فواكه	...	٢١٠ـ٢١٢
فاكهة مهروسة	١٠ـ٢٠	٢١٢
زيتون	٦٠	٢٤٠
عصير فاكهة	٢٠	١٧٥
عصير فاكهة	٣٠	١٤٩
عصير فاكهة	ثوان	١٨٠ـ١٨٥

عملية التبريد التدريجى :

عقب تعقيم العبوات الزجاجية لا يتيسر تبريدها تبريدا مفاجئا بالماء البارد لأن هذا يسبب كسر الزجاج ، كما أنه لاينصح بازالة الضغط دفعة واحدة لأن هذا يسبب انطلاق الغطاءات بتأثير الضغط داخل العبوات • لذلك يفضل التبريد بماء تدريجيا بدفع الهواء فيه من أسفل فيرتفع الى أعلى مسببا خفض درجة الحرارة ومنع تكوين طبقات من الماء ذات درجات حرارة متباينة • وتعرف هذه العملية بالتبريد التدريجى tempering

اما التبريد المباشر cooling فيجرى على العلب عقب تعقيمها

مباشرة لمنع استمرار تأثير الحرارة على المادة الغذائية وللحفاظ على اللون والبريق والقوام والنكهة · ويجرى التبريد بماء نقى محتـواه من الأحياء الدقيقة قليل ، وقد يضاف الكلور الى الماء زيادة فى الحرص حتى لا يحدث تلوث لمحتويات بعض العلب التى قد ينفتح الغطاء فيها تحت تأثير الضغط ويعود فيقفل اثناء التبريد ، الا أن الكلور يســـاعد فى حدوث الصـــدأ بجـــدران العلب · ويجرى تبريد العلب عادة الى درجة ١١٠ ــ ١١٥° فهرنهيت بطريقة الغمر فى المـــاء البـارد أو بطريقة الرذاذ · والشائع هو أن يوقـــف البخـــار عقب انتهـاء التعقيم ويمـرر هواء فى الأوتوكلاف لرفع الضغط الى ما كان عليه أثناء التعقيم وادخال المـــاء البارد ليغمر العلب جميعها ، ويحافظ على الضغط طول مدة التبريد ، وأخيرا يفتح الأوتوكلاف لسحب العلب ، وتعرف هذه الطريقة باسـم طريقة الوجبات batch type · أما الطريقة المستمرة continuous type للتبريد فمستخدمة فى الأجهزة الأوتوماتيكية ·

عملية البسترة :

تختلف البســـــترة pasteurization عن التعقيـــم فهى تعنى تعريض المادة الغذائية لدرجة حرارة تكفى لابادة عدد كبير من الأحيـاء الدقيقة ولكنها لا تبيد جميـــع الأحيـــاء · فالخمـــائر yeasts تهلك بالحرارة على ١٤٠ ــ ١٥٠° فهرنهيت خلال بضعة دقائق ، وجـــراثيم الفطر المقاومة للحرارة تهلك بالتسخين على درجة ١٧٥° فهرنهيت لمدة عشرين دقيقة · لذلك يبستر عصير الفاكهة الحمضى على درجة ١٦٠ ــ ١٦٥°فهرنهيت ، والعصير المضاف اليه ثانى أكسيد كربون يبستر على درجة ١٥٠° فهرنهيت لمدة نصف ساعة ·

ونجرى البسترة بطريقة الوجبات أو بالطريقة المستمرة · ففى الطريقة المستمرة يمر العصير داخل أنابيب معـدنية مسخنة بالبخار أو بالمـــاء الساخن ، مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ أو من النحاس

المبطن بالفضة أو من الألومنيوم • أما طريقة الوجبات فتعنى وضع المواد الغذائية داخل تانكات مزدوجة الجدران مسخنة بالبخار أو ذات مواسير يمر بها بخار التسخين ، وهى طريقة يؤخذ عليها البطء والتأثير على النكهة واللون وتعريض المادة للأكسدة • وفى بعض المصانع تجرى البسترة بالطريقة الكهربائية حيث توضع المادة الغذائية بين قطبين من الكربون يمر بينهما تيار كهربائى لتسخين المادة . ومن احدث طرق البسترة الطريقة الخاطفة flash ، وفيها تدخل المادة الغذائية الى القسم الأول من الجهاز فتسخن قليلا ثم تنتقل الى القسم الثانى المسخن بالبخار أو بالماء الساخن الى درجة ١٨٠ — ١٨٥° فهرنهيت وتخترق هذا القسم خلال ثوان معدودة بعدها تمر الى القسم الثالث لتبريدها بالماء الذى ترتفع درجة حرارته وبذلك يمكن استخدامه فى تسخين المادة فى القسم الأول من الجهاز • وتمتاز هذه الطريقة الخاطفة بعدم اتلاف نكهة المادة الغذائية بسبب قصر فترة التسخين على درجة حرارة مرتفعة نسبيا ، وكذلك عدم تعريض المادة الغذائية للأكسدة •

والبسترة تفيد فى ايقاف نشاط بعض الانزيمات فيمتنع تأثيرها غير المرغوب •

عملية التحميص :

تحمص roasted بعض أنواع النقل والبذور لتحسين نكهتها ، ويستفاد من حرارة التحميص فى قتل الانزيمات والفطريات والخمائر وكذلك فى خفض نسبة الرطوبة • والمحامص المنتشرة فى التصنيع الغذائى تسخن عادة باللهب المباشر أو بالهواء الساخن • ففى الطريقة الآخيرة يسخن الهواء ويدفع على المواد الغذائية مباشرة ، ويستمر ذلك مدة تناسب طبيعة وكمية المواد الغذائية وهى حوالى ٣٠ — ٤٠ دقيقة لكل ٣٠٠ رطل ، مع مراعاة التقليب طوال الوقت ، وأخيراً تبرد المادة الغذائية مع اجراء سحب الهواء بقصد اسراع عملية التبريد • وفى

طريقة التسخين بلهب مباشر توضع المادة الغذائية داخل اسطوانة تدور حول نفسها ومعرضة للهب ، مع مراعاة وجود فتحات فى الاسطوانة لخروج أبخرة الرطوبة ٠

عمليات التبريد والتجميد :

تستخدم الثلاجات refrigerators لحفظ بعض المنتجات الغذائية حفظا مؤقتا حتى يتيسر تصريفها ٠ وتحسب قدرة هذه الثلاجات بوحدة طـن التبـريد ton refrigeration التى توازى ازالة ٢٨٨٠٠٠ وحـدة حرارة بريطـانية B.t.u. يوميـا أو ٢٠٠ وحدة حـرارة بريطانية فى الدقيقة ٠ ويجب فى تشغيل هذه الثلاجات مراقبة درجة حرارة الامان ودرجـة رطوبة الامان وجودة التهـوية وتركيب الهـواء المحيط بالمنتجات وتحاشى اكتساب المنتجات لرائحة غريبة ٠ فدرجـة حرارة الأمان safe temperature هى درجة الحرارة التى بتجـاوزها ارتفاعا تنشط البكتريا المسببة لفساد المنتجات الغذائية ، وهى درجة تتفـاوت تبعا لطبيعة المواد الغذائية وتركيب الثلاجة ٠ ودرجة رطوبة الأمان safe humidity هى نسبة الرطوبة التى يتعذر على الفطر النمو عندها أو على نسبة أكثر انخفاضا منها ، على أن تكون هذه النسبة مرتفعة بالقدر الذى يقى المواد الغذائية من التعرض للجفاف الملحوظ ٠ وتتفاوت درجة رطوبة الامان تبعا لنوع الاحياء الدقيقة ٠ كمـا أنها تكون أكثر ارتفاعا فى الهواء المضاف اليه ثانى أكسيد كربون بنسبة عشرة فى المـائة ٠ وتعتبر التهـوية ventilation الجيـدة من مسـتلزمات التبريد الجيـد ، فهى تسـاعد فى توزيع درجات الحرارة بانتظـام فى كافة أنحاء غرفة التبريد كما تمنع نمو الفطريات ٠ وتجرى التهوية صناعيا بامرار الهواء داخل غرفة التبريد فى نظام دائرى ، مع مراعاة دفعه خلال مواد تمتص الروائح ٠ ومن الممـكن امرار الهواء الجوى الى الثلاجة ثم طرده خارجها غير أن هذا يعتبر مكلفـا حيث يلزم رفع قدرة الثلاجة لمجابهة حلول الهواء الجوى الدافىء محل الهواء البارد المطرود من

الثلاجة • وتفيد التهوية أيضا فى التخلص من غاز ثانى أكسيد الكربون الذى ينبعث من المواد الغـذائية فى عمليـة التنفس والذى يتلف بعض الفواكه• وللمساعدة على جودة التهوية يجب تنظيم وضع مجموعات العبوات داخل غرف التبريد • وتفيد التهوية أيضا فى منع اكتساب الاطعمة لروائح غريبة • وبالنسبة لثانى أكسيد الكربون بالذات فازالته فىعملية التهوية تفيد لوقاية بعض الفواكه كالتفاح ، غير أن بقاءه مرغوب فى حـالة بعض الأطعمة المبردة مثل اللحوم حيث يقيها من الاصابة بالفطريات التى تهاجم اللحوم على درجة ٣٢°فهرنهيت ، وبارتفاع نسبة الغاز فى جو الثلاجة الى ١٥٪ يمتنع ظهور التزنخ لمدة خمسين يوما على الأقل بسبب ايقاف تحليل النسيج الضـــام ، فاذا ما بلغت النسبة ٤٠٪ توقف تأثير البكتريا على اللحم تماما ، الا أن ارتفاع نسبة الغـاز عن ٢٠٪ يفقد اللحوم بريقهـــا ويبيض لون الدهن وتكتسب العضلات لون بنيا بســـبب ازدياد تكوين الميثيموجلوبين methemoglobin فى كل من العضـــلات والدهن • وقد لوحظ أن ارتفاع نسبة ثانى أكسيد الكربون فى جو غرفة التبريد عن ١٠٪ يسبب تلف التفاح بظهور الحالة المعروفة باسم brown heart

وتجميد الأطعمة أصـبح من الطـرق الشـائعة لحفظ الأطعمة . وفى حـــالة الحفظ بالتجميد freezing preservation يطلق على المنتجات المجمدة الاســـم frozen pack أحيانا . وتمتـــاز طـريقة التجميد بالحفاظ على صفات الأطعمة الطازجة بدرجة أكبر مقارنة بطرق الحفظ الأخرى • وليس لدرجة الحرارة المنخفضة تأثير متلف على صفات الأطعمة الا أن تكون بللورات ثلجية فى أنسجة المادة أثنـــاء تجميدها يؤثر فى صفات هذه المادة • فعندما تتكون بللورات ثلجية فى الفراغات البينية بأنسجة المادة النباتية يصبح تركيز المواد الذائبة فى الســـائل المتبقى على حالة سائلة مرتفعا كما يرتفع تركيز أيونات الايدروجين وهذا الارتفاع فى التركيز يصحبه انتقال السائل من داخل الخلايا الى الفراغات البينية بتأثير اختلاف الضغط الأسموزى ؛ الا أن الماء الذى يخرج من الخلايا يتجمد بدوره وبذلك يزداد تكوين البللورات الثلجية ويترتب

على ذلك موت الخلايا • وبديهى أن خروج السائل من الخلايا يؤدى الى تغيير فى الحالة الغروية للبروتوبلازم وبالتالى الى تغيير فى تركيب ووظائف الخلية ، ومن هذه التغييرات ترسيب بعض البروتينات فى البروتوبلازم وانكماش حجم الخلية وتغيير شكلها • ولذلك فالأطعمة ذات الخلايا سميكة الجدران تبدو بعد التجميد أقل تغييرا فى شكلها من الأطعمة ذات الجدران الرقيقة • وكذلك المواد النشوية يكون التغير فى شكلها أقل منه فى الأطعمة غير النشوية نظرا لأن النشا يساعد فى حفاظ الخلايا على قوامها •

والتجميد قد يجرى بسرعة أو ببطء ، الا أنه فى حالة التجميد البطىء يكون حجم البللورات الثلجية المتكونة كبيرا مما يزيد من قدرتها على تهشيم جدر الخلايا وبذلك يزداد مقدار الفقد فى الألبومين والاملاح من الخلايا ، كما تنخفض مقدرة الخلايا المهشمة على اعادة امتصاص السائل المنفصل منها أثناء عملية الصهر thawing • وعموما يلاحظ أن التجميد البطىء للأطعمة يؤثر فى نكهتها وقوامها ومظهرها وقيمتها الغذائية ، ويكون التأثير أكثر أهمية فى الاطعمة الحيوانية عنه فى الاطعمة النباتية • ولذلك يعتقد أن التجميد السريع أفضل من التجميد البطىء • وعكس ذلك هو الأصح بالنسبة لعملية صهر الاطعمة المجمدة ، فالصهر البطىء يساعد الحالة الغروية ، أى الجل gel أو السول sol ، على اعادة امتصاص الماء الناتج من انصهار البللورات الثلجية . وتتأثر كمية السائل drip المنفصلة من الاطعمة المجمدة أثناء صهرها بتركيب السائل المحيط بالمادة الغذائية أيضا . ويطلق الاصطلاح drip loss على مقدار الفقد فى وزن المادة الغذائية نتيجة لتسرب السائل dripping away من عصير الخلايا أثناء الانصهار خلال أربع وعشرين ساعة . فنسبة الفاقد بالسيولة حوالى ٤ر١٩ ــ ٢ر٤٤٪ فى الشليك ، ٢ ــ ٦ر١٣٪ فى المشمش ، ٤ر٨ فى البسلة ، ٣ر١٠٪ فى التفاح ، ٤ر٢٣٪ فى الاسبرجس، وتنخفض نسبة الفاقد عند تجميد بعض الاطعمة بالثلج الجاف dry ice أى على درجة ــ ٧٨° فهرنهيت ، فتصبح النسبة صفر٪ لشرائح التفاح •

٥ر٤٪ للبسلة ، ٢ر١٩٪ للاسبرجس ، ٧ر٢٩٪ للشليك • أما الخضروات التى تسلق وتعبأ فى محلول ملحى قبل تجميـــدها فيزداد وزنها أثناء عملية انصهارها •

ويراعى عند تجميد بعض الأطعمة المعبـــأة ألا تملأ العبوات حتى نهايتها منعا من تعرضها للانفجار بتأثير ازدياد الحجم الناشىء عن التجمد• ويقل احتمال حدوث الانفجار عند التعبئة فى محلول سكرى ، اذ أن زيادة الحجم فى هذه الحالة تكون ضئيلة فى حدود ٦ر٨٪ للماء ، ٢ر٨٪ للمحلول السكرى تركيز عشرين فى المائة ، ٢ر٥٪ للمحلول السكرى تركيز أربعين فى المائة . ٩ر ٣٪ للشراب السكرى تركيز خمسين فى المائة ، صفر٪ للشراب السكرى تركيز ٦٠٪ •

ومن أهم تأثيرات عملية التجميد على صفات الأطعمة ان التجميد يجعل الخلايا منفذة للانزيمات ، وهذه الانزيمات تساعد على تغيير لون الأطعمة المجمدة عند تعريضها للجو تحت تأثير الاوكسجين الجوى وانزيمات الأوكسيديز ، ويكون التغيير فى الرائحة والنكهة واللون أكثر وضوحا فى الخضروات التى لم تسلق قبل تجميدها عنه فى الخضروات المسلوقة • ولهذا فعادة يختبر لوجود انزيم الكتاليز فى الخضروات للتعرف على كفاءة عملية السلق • والانزيمات البكتينية تحلل بكتين بعض الأطعمة ، والانفرتيز يحلل سكروز الاطعمة وسكروز المحلول المحيط بالاطعمة أثناء وبعد عملية الصهر •

وعندما تعبأ الاطعمة المجمدة فى أوان محكمة القفل ، خصوصا تحت تفريغ ، تنخفض سرعة التفاعلات الانزيمية والكيميائية فى الأطعمة بدرجة ملحوظة • وتفضل علب الصفيح المطلية بالانامل لتعبئة الأطعمـة الملونة • والشائع هو تعبئة الاطعمة المجمدة المضاف اليها محلول سكرى أو ملحى فى علب كرتون مغطـاة بالبارافين لخفة وزنهـا وانخفاض ثمنها وسهولة الحصول عليها ، الا أن هذه العبوات تسمح بحدوث الاكسدة فى

الاطعمة واكتسابها لونا ورائحة • أما بعض الخضروات ، كالبسلة ، فيمكن تجميدها فى الهواء ثم تعبئتها فى صناديق من الورق مبطنة بورق شمع wax paper وتقفل الصناديق وتخزن على درجة ٥١٥ فهرنهيت • وأحيانا تعبأ الاطعمة المجمدة فى عبوات زجاجية ، الا أن هذا ليس مرغوبا فيه بسبب ازدياد التكاليف وصعوبة التداول وثقل الوزن •

وعمليتا التبريد والتجميد يصحبهما فقد فى الحرارة من المادة الغذائية بطريق التوصيل فقط وبسرعة أبطأ من سرعة انتقال الحرارة خلال المادة فى حالة التسخين • وتزداد سرعة التبريد بمعدل خمسين مرة عندما يستخدم الثلج الجاف فى التبريد ، على درجة ــ ٥١١٠ فهرنهيت بدلا من التبريد فى الهواء على درجة ــ ٥٢ فهرنهيت ، كما تقصر مدة التجميد freezing period وهي المدة التى تظل خلالها درجة الحرارة ثابتة طيلة فترة تكوين الثلج وبعدها •

والتجميد يعتبر من طرق الحفظ المناسبة للكريز والمانجو والسبانخ والفاصوليا الخضراء والبسلة ، لكنه ليس شائعا فى حفظ الموز والموالح والكمثرى والخوخ والتفاح والاناناس والطماطم ، فهذه الاخيرة يفضل المستهلكون الحصول عليها معلبة •

والمعدات المستخدمة فى التجميد اهمها وحدات الامتصاص absorption refrigerator or machine ، والمكابس compressors والمكثفات condensers والتبخير evaporators ، وتانكات التبريد الاولى forecooling tanks ، ووحدة التبريد تحت تفريغ vacuum refrigeration . فوحدة الامتصاص عبارة عن حيز chamber يعرف باسم المولد generator مزود بمواسير التسخين بالبخار ويحتوى على محلول مائى للأمونيا ، فعندما يسخن المحلول يبدأ التبخير وتتصاعد أبخرة الأمونيا رأسيا فى حيز به مجموعة من الصوانى المصنوعة من الحديد حيث تتكثف قطرات المياه الممتزجة بغاز

الامونيا وتتساقط فى المحلول المائى ثانية بينما تمر أبخرة الأمونيا فى عامود rectifier يفصـــل منهـا ما تبقى من المـــاء ، ويلى ذلك تكثيف غاز الامونيا اللامائى بواسطة مكثف وامرار السائل بواســطة صمام منظم الى حيز التبخير حيث تتبخر الامونيا ثانية نتيجةللتخلص من الضغط ، وهذا التبخير يصحبه امتصاص الغاز للحرارة ، أى يصحبه برودة الوسط المحيط ، وأخيرا يمتص غاز الامونيا فى الماء ويدفع المحلول المائى بواســطة مضخة الى المولد • والكباس عبارة عن ماكينة تبريد تستنفذ الحرارة الممتصة أثناء تمدد غاز التبريد مثل ثانى آكسيد الكبريت أو كلوريد الميثايل أو ثانى كلوروثانى فلورو ميثــان المعروف باســم الفريون • والمكثف يؤدى عمل تبادل الحرارة ، فهو ينقل الحرارة الناتجة عن تكثف الغاز الى سائل التبريد ، ولهذا يصنع المكثف من مادة جيدة التوصيل للحرارة ويمرر به الماء بسرعة كبيرة فى اتجاه مضاد لاتجاه الغاز • وأشهر أنواع المكثفات هى الغاطس submerged والمفتوح open وذو الانبوبتين double pipe وذو الغـــلاف والانبوبة shell and tube . والمبخر هو الجزء الذى يتم فيه التبريد ، ففى اجهزة التمدد المباشر direct expansion تحاط الغرفة أو الحيز أو الجهاز المراد تبريده بمواسير يتبخر فيها ســائل التبريد فتنخفض درجة حرارة الأنابيب وما يلامســها ، كما تتكثف رطوبة جو الغرفة فى صورة برد أو ثلج على الأنابيب ولذا يلزم ازالة هذا البرد من وقت لآخر لأنه يقلل من كفاءة التبريد • أما مبخر المحلول الملحى brine cooler فعبارة عن مجموعة أنابيب مبردة مقامة فى تانك يمر خلاله محلول ملحى بصفة مستمرة ، فالمحلول يبرد بملامسته الأنابيب المبردة وهذا المحلول البارد بمروره فى الحيز المراد تبريده وتنخفض درجة حرارة الجو المحيـط بالأنابيب • وفى بعض النظم يعكس الوضع السابق حيث يمرر المحلول الملحى فى الانابيب بينما يتبخر سائل التبريد فى الجو المحيط بالأنابيب• وتانكات التبريد الاولى شائعة الاستخدام فى مصانع الثلج ، وهى عبــارة عن تانكات معزولة الجدران والقاع والغطاء ويمر بها مواسير التبريد التى يمر خلالها غاز سائل التبريد أثناء عودته من دورته فيسبب ذلك تبريد

الماء المعد لصناعة الثلج المخزون فى هذا التانك ، وهذا يوفر نفقات صناعة الثلج • وتحتوى ماكينات التبريد أيضا على خزان لسائل التبريد liquid receiver بحجم مناسب وهو يستبقى القدر الزائد من سائل التبريد ويضمن مرور السائل المتكثف فقط خلال الصمام المنظم ويغنى عن امداد الجهاز بمزيد من سائل التبريد من آن لآخر ويحتفظ بسائل التبريد فى حالة ايقاف عمل الجهاز للاصلاح • وفى التبريد تحت تفريغ يخفض الضغط فى وحدة التبخير الى حد يقل عن مقدار الضغط البخارى للسائل فيسبب ذلك غليان السائل ويستمر التبخر حتى يصل الانخفاض فى درجة الحرارة الى نقطة عندها يتساوى الضغط البخارى المنخفض مع الضغط فى المبخر •

ومواد التبريد refrigerants متعددة ، ومنها الامونيا وثانى أكسيد الكربون والمحلول الملحى • والمواد العازلة insulating materials تؤثر بوضوح فى كفاءة أجهزة التبريد • وافضل طرق العزل هى الفراغ vacuum ويليها الغاز الخامل ثم المواد رديئة التوصيل للحرارة كالأسبستوس asbestos والفللين cork board والمطاط rubber ولب الخشب والصوف الزجاجى glass wool واللباد felt والخرسانة cellular concrete

والطرق المستخدمة فى التجميد متعددة • ففى طريقة Fresh-N-Ice للتجميد البطىء slow freezing توضع المواد الغذائية المراد تجميدها فى محلول ملحى داخل تانكات على درجة حرارة ٨ ــ ١٠° فهرنهيت فتتجمد المادة خلال ٦ ــ ٢٤ ساعة • وفى طريقة Bryan يستخدم الثلج الجاف dry ice لتجميد اللحوم على درجة ــ ٣٥° فهرنهيت ، وبعدها تغلف اللحوم المجمدة بالسلوفان وتعبأ فى صناديق كرتون مشمعة ، ويكفى رطل من الثلج الجاف لتجميد أربعة أرطال من اللحم البقرى أو ستة أرطال من لحم الخنزير • وفى طريقة Hoveman توضع المادة الغذائية فى سلوفان أو مطاط وترش بسائل التبريد •

وفى طريقــــة Crider-iced method تجمــد المادة الغـــذائية من الداخل للخارج بواسطة سائل التبريد الذى يمرر فى أنابيب ورقية خلال المادة الغذائية ، وهى طريقة تناسب الدواجن • وفى طريقة الغمر المباشر Direct immersion تغمس الاسماك الدســمة فى محلول ملحى على درجة ٥٤ فهرنهيت وتغطى بطبقة رقيقة glazed قبل تخزينها على درجة ٤ ــ ٥٢٢ فهرنهيت ، مع مراعاة الاسراع فى تجميد الاسماك الدسمة وغسلها لمنع بقاء الملح بها فتتحمل التخزين لمدة طويلة ، اذ ان الملح يساعد فى نشاط الانزيمات المحللة لبعض مكونات الاسماك ، وقد لوحظ أن هذه الاسماك يمكن تخزينها لمدة أربعة شهور على درجـــة ٥١٩ فهرنهيت بينما تجميدها دون ملامسة الملح يجعل تخزينها ممكنا لمدة ستة اشهر على نفس درجة الحرارة • وفي طريقة Cold Pack تعبأ الفواكه فى براميل كبيرة سعة خمسين جالونا ويضاف أو لا يضـاف اليها السكر وتترك على درجة ٥١٤ فهرنهيت بشرط أن تكون الخضروات والفواكه قد سلقت أو غليت بعض الوقت فى شراب سكرى أو فى الماء • وطريقة التجميد السريع Cold air or sharp freezing لها مزاياها السابق شرحها فى الجزء الثالث • وطريقة Ottesen تشــبه طريقة الغمس المباشر السابق ذكرها ، وهى مستخدمة فى تجميد الاسماك ، فيغمس السمك فى محلول ملحى درجة حرارته ٢ر٥٢ فهرنهيت لتجميده فى وقت قصير ، ومن عيوب هذه الطريقة أنهـــا تزيل طبقة الميوسيلاج mucilage الواقية للأسماك • وفى طريقة Cook توضع المواد الغذائية على رفوف داخل صندوق معدنى صغير مثقب الجـــدران ينفذ خلاله المحلول الملحى الذى درجة حرارته ــ ٥٢٥ فيرنهيت ، فتتجمد المادة خلال خمسين دقيقة • وفى طريقـــة Kolbe تستمر المادة الغذائية طافيـــة فى مســــار حلزونى داخل المحلول الملحى بسرعة محـــددة بحيث يتم التجميد عند وصول المادة الى نقطة خـــروجها من التانك ، ويستغرق ذلك حوالى ٤٥ دقيقة •وفى طريقة Bloom's cold air method تستخدم سطوح كاذبة false ceilings يعلوها رشاشات المحلول

الملحى البارد فعندما يرد الهواء الملامس للرشاشات يتجه الى أسفل مارا فى مجموعة ممرات فى السطح ويمتص الحرارة من المواد الغذائية الموضوعة أسفل هذا السطح ، أما الهواء الساخن فيرتفع لأعلى مارا خلال مجموعة أخرى من الممرات حيث يتعرض لرذاذ المحلول الملحى البارد فيبرد ويعود للهبوط مرة أخرى ٠ وفى طريقة Birdseye يستخدم شريطان معدنيان يتحركان داخل نفق مبرد لدرجة ـ ٥٥٠ فهرنهيت بواسطة محلول كلوريد كالسيوم ، والشريطان belts يتحركان فى نفس الاتجاه وبنفس السرعة وأحدهما يعلو الآخر بمسافة ثلاث أو أربع بوصات ، وهى المسافة التى توضع فيها المواد الغذائية لتتجمد بسرعة خلال رحلتها من البداية الى فتحة الخروج ٠ وطريقة Zarotschenzeffs fog system تشبه طريقة Hoveman وفيها تعرض المادة الغذائية لرذاذ المحلول الملحى البارد ، غير أن الطريقة تمتاز بسهولة تجميد المواد ذات الاشكال والاحجام المتباينة ٠ وفى طريقة Smedley's package method تغسل الخضروات وتقشر وتدرج وتقطع وتعبأ فى أكياس سلوفان وترمى الأكياس داخل صناديق مشمعة ، وتعرض هذه الصناديق لدرجة حرارة بالغة الانخفاض ٠ وفى طريقة polyphase or flash process تمر الفاكهة اللينة بواسطة ناقل بريمى خلال محلول التجميد بسرعة بطيئة فيتجمد الفاكهة ٠ والمحلول المستخدم فى هذه الطريقة درجة حرارته تقل عن الصفر الفهرنهيتى ولزوجته منخفضة تقرب من ٥٠٠ سنتيبويز على درجة خمسة فهرنهيت ، ويحتوى على ٥٧٪ جوامد كلية كسكريات ، منها حوالى ١٠٪ سكروز ، ٥٤٪ لفيولوز ، ٣٦٪ دكستروز ٠ ويتبقى على سطح الفاكهة حوالى ١٪ من الشراب السكرى ، وتزال الزيادة بواسطة الطرد المركزى ٠ وفى طريقة Haslachler's package method تجهز الاطعمة بالوسائل التى تعدها للتعليب أو التعبئة فى علب كرتون ، وتغطى الفواكه بشراب سكرى ، وتغطى الخضروات بمحلول ملحى أو بالماء ، وترص العبوات فى اسطوانات معدنية طويلة وتوضع فى المحلول الملحى داخل تانك على درجة ٥١٠ فهرنهيت وتقلب ، وبعد التجميد توضع

الاسطوانات فى ماء لصهر المحيط وتسهيل انفصال العبوات من الاسطوانات المعدنية ويستغرق ذلك بضع دقائق ٠

وتتطلب عمليات التبريد ضبط درجة الحرارة ، ولذلك تستخدم ترمومترات متعددة الانواع : منها ترمومتر الصلب mercury steel thermometer الشبيه بترمومتر الزجاج من وجهة اساس استعماله ، والترمومتر الكهربائى electrical thermometer المبنى عمله على أساس العلاقة بين اختلاف درجات الحرارة وبين مقدار مقاومة المعدن لسريان التيار الكهربى ٠ وقد تستخدم وحدات تسجيل التغير فى درجات الحرارة recording devices

عمليات التجفيف :

تجفف بعض الأطعمة شمسيا أو صناعيا لاطالة فترة حفظها ولتقليل حجمها ووزنها ونفقات شحنها وتخزينها وتعبئتها ٠ فالطن من الخوخ بعد تعليبه وتعبئته يصبح وزنه ٢٨٠٠ رطلا ، بينما اذا جفف هذا الطن أصبح وزنه ٣٥٠ رطلا فقط ٠ وطن البسلة بعد تعليبه وتعبئته يصبح وزنه ٤٣٠٠ رطلا ، بينما التجفيف يعطى ناتجا وزنه ٣٥٠ رطلا فقط ٠ ويعلل انخفاض وزن المنتجات المجففة باستبعاد وزن العلب وبخفض نسبة الرطوبة فى الأطعمة ، وهى نسبة عادة تكون مرتفعة جدا فى الأطعمة الطازجة اذ تصل الى ٨٥ ٪ فى التفاح والمشمش ، ٩٤ ٪ فى الأسبرجس ، ٧٥ ٪ فى الموز ، ٨٩ ٪ فى الفاصوليا الخضراء ، ٧٦ ٪ فى اللحم البقرى ، ٩٢ ٪ فى الكرنب ، ٨٨ ٪ فى الجزر ، ٩٥ ٪ فى الكرفس، ٨١ ٪ فى الكريز ، ٩٦ ٪ فى الخيار ، ٧٠ ٪ فى البيض ، ٧٩ ٪ فى التين، ٦٨ ٪ فى السمك ، ٧٧ ٪ فى العنب ، ٨٩ ٪ فى الليمون ، ٩٤ ٪ فى الخس ، ٨٧ ٪ فى اللبن ، ٨٧ ٪ فى البصل والبرتقال ، ٨٩ ٪ فى الخوخ، ٨١ ٪ فى الكمثرى ، ٧٥ ٪ فى البسلة ، ٨٩ ٪ فى الأناناس ، ٧٨ ٪ فى البرقوق ، ٧٧ ٪ فى البطاطس ، ٩٠ ٪ فى الشليك ، ٩٤ ٪ فى الطماطم،

٩٢ ٪ فى البطيخ • وأهم ما يراعى فى عمليات التجفيف هو تقليل التأثير على لون وقوام ونكهة الأطعمة •

وأبسط طرق التجفيف هو التجفيف الشمسى sun drying وفيه تعرض الثمار السليمة أو المجزأة لحرارة الشمس حتى تفقــد ثلثى كمية الرطوبة المراد تبخيرها، ثم تكوم الصوانى المحتوية على هذه الثمار وتترك حتى تمام الجفاف مع ضمان جودة التهوية بين الصــوانى ، ويلى ذلك فرز الثمار وتخزينها فى حجرات أو تكوم على أرضية من الخشب أو الخرسانة وتترك لتتجــانس رطوبتهــا وحلاوتها وليونة أنسجتها sweating وبعض الفواكه كالعنــب يلزم تقليبهــا بعــد حوالى خمســة أيام من بدء التجفيف ثم تستكمل عملية التجفيف •

والثمار المجففة صــناعيا تفضل فى صفاتها تلك المجففــة شمسيا خصوصا من جهات اللون والنكهة والنظافة • والتجفيف الصـــناعى وان كان يتكلف أكثر من التجفيف الشــمسى ، الا أن الأول يشغل مســاحة أصغر •

ويجرى التجفيف الصناعى فى الهواء أو فى البخار superheated steam أو فى الفراغ in vacuo او فى الغاز الخامل inert gas أو بالحرارة المبــاشرة . ويمتــاز التجفيف بالهــواء air drying بقلة التكاليف وبعدم فقد العصير من المادة الغــذائية بفضــل التجفيف التدريجى وبضآلة التغيير فى اللون • ولتبخير رطل واحد من رطوبة المادة الغذائية يلزم ألف وحدة حرارة بريطانية ، كما أن ازالة رطل واحد من بخار الماء تحتاج الى ٢٣٥ قدما مكعبا من الهواء على درجة ١١٠° فهرنهيت ، ولخفض درجة حرارة الهواء داخل المجفف بمقدار أربعين درجة يلزم ١٧٥٠ قدما مكعبا من الهواء لاعطاء هذا القدر من الحرارة • وكلما كان الهــواء أكثر جفافا عند دخوله المجفف كلمــا زادت قدرته على ازالة بخار الماء ، بينما يلاحظ أن اعادة استخدام الهواء تكون أكثر اقتصــادا نظرا لأن الهواء الجاف يحتاج الى ضعف كميــة الحرارة التى تلزم لتسخين الهواء الرطب

الذى سبق استخدامه فى التجفيف مرة واحدة • ويضاف الى ذلك أن رفع نسبة الرطوبة فى هواء التجفيف الى حد معين يكون مفيدا فى جعل تبخر الرطوبة من الطبقة السطحية للمادة الغذائية بسرعة مناسبة تتمشى مع سرعة انتقال الرطوبة من داخل المادة الغذائية الى سطحها فلا تحدث حالة الجفاف السطحى casehardening • فالرطوبة النسبية التى توافق تجفيف الكمثرى والخوخ هى ٣٠ ــ ٣٥٪ • والشائع فى المصانع هو اعادة دوران جزء من الهواء الرطب المنطلق من المجفف مع جزء من الهواء الطازج لتوفير حوالى ٥٠٪ من نفقات التسخين • وتؤثر سرعة مرور الهواء فى سرعة التجفيف ، فعندما تبلغ سرعة الهواء ٢٣٠ قدما فى الدقيقة تتضاعف كمية الرطوبة التى يحملها الهواء مقارنة بالهواء الساكن• وتصبح الكمية ثلاثة أمثال بازدياد السرعة الى ٤٦٠ قدما فى الدقيقة • والسرعة المستخدمة فى مصانع التجفيف هى عادة ٣٠٠ ــ ١٠٠٠ قدم فى الدقيقة ، فاذا زادت سرعة الهواء عن ذلك لا تتحقق مزايا اقتصادية • وقد يكون مرور الهواء فى المجفف طبيعيا natural draft dehydrater بتأثير خفة وزن الهواء الساخن فيرتفع الى أعلى ويحيط بالمادة الغذائية المراد تجفيفها ، وقد يكون الهواء مدفوعا forced air dehydrater بواسطة مروحة ، سواء فى اتجاه مواز parallel-current drying أو فى اتجاه عكسى countercurrent drying أو بأحد النظم السابق شرحها فى الجزء الثالث • ويمتاز النظام الموازى بامكان رفع درجة الحرارة عند مدخل المجفف حيث تتحمل المادة الطازجة الغزيرة الرطوبة هذا الارتفاع فى درجة الحرارة دون حدوث احتراق ، كما أن خروج المادة المجففة من الطرف الذى يخرج منه الهواء بعد أن تنخفض درجة حرارته يجعل درجة الناتج منخفضة وبذلك يكون الفقد فى الحرارة أقل منه فى النظام العكسى • الا أن النظام الموازى من عيوبه احتمال حدوث الجفاف السطحى عندما ترتفع درجة حرارة الهواء فى مدخل المجفف كثيرا• كما أن نسبة كبيرة نسبيا من عصير المادة الغذائية تفقد فى بداية مرحلة التجفيف • وفى النظام العكسى يلزم خفض درجة الحرارة نوعا لتحاشى تكرمل السكريات ، وهذا يؤدى الى بطء عملية التجفيف • وعموما يجب

عدم تجاوز درجة الحرارة الحرجة لتحاشى التسكرمل وتغير اللون والنكهة وتسرب العصير • وهذه الدرجة الحرجة تختلف باختلاف المادة الغذائيـــة كما هو واضح مما يلى :

المادة الغذائية	درجة الحرارة الحرجة°ف	المادة الغذائية	درجة الحرارة الحرجة°ف
تفاح	١٦٥	قنبيط	١٤٠
مشمش	١٦٠	كرفس	١٤٠
موز	١٦٥	كريز	١٧٠
بنجر	١٧٠	ذرة	١٥٠
كرنب	١٤٥	تين	١٦٠
جزر	١٧٠	عنب	١٦٠
خوخ	١٥٠	روبارب	١٧٥
كمثرى	١٥٠	سبانخ	١٧٥
بسلة	١٤٥	شليك	١٦٠
فلفل	١٤٥	طماطم	١٥٠
بطاطا	١٧٥	لفت	١٧٠
بطاطس	١٥٠	باميا	١٤٠

ويقدر الفقــد فى الحرارة أثناء التجفيف بحوالى ربع كمية الحرارة التى تولدت فى الفرن ، بسبب عدم احكام قفل الأبواب والفتحات وكذلك بتأثير الفقد بالاشعاع ، وقد يزداد الفقد الى ٥٠ ٪ •

ويراعى فى تجفيف الخضروات فيما عدا الطماطم والبصل والفلفل أن تسلق أولا لقتل انزيماتها فيمتنع حدوث تغييرات انزيمية أثناء فترة التجفيف ولا يضار اللون والنكهة ، وتقصر مدة التجفيف •

ولما كانت الاطعمة المجففة عرضة للاصابة بالحشرات كان من المفيد تدخينها بغاز ثانى أكسيد الكبريت أو أكسيد الايثيلين أو الكلورو بكرين chloropicrin أو بروميـد الميثـايل أو مخلوط من ثانى كلوريد الايثيلين ورابع كلوريد الكربون. وفى بعض الحالات تدخن المادة الغذائية قبل وبعد التجفيف .

والمجففات المستخدمة فى تجفيف الأطعمة متعددة الأنواع ، بعضهـا يعمل بتيار الهواء الطبيعى مثل cabinet drier,tower or stack dryer kiln drier ceramic oven drier , Oregon Tunnel drier وبعضها يزيل الرطوبة بالحرارة ويعاد تكثيف الرطوبة المتبخرة بواسطة مكثفات ، وبعضها يعمل تحت ضغط منخفض vacuum dehydrater وبعضهـا يدفع فيه الهـواء بمراوح كمـا فى مجففات النفق tunnel dehydrators ومجففات السـيور belt tunnel dehydrators ومجففات المقصورات cabinet dehydraters ، وبعضهـا يعمـل بطريقة الرذاذ spray driers

المراجـع

Atherton, H.V. and Neulander, J.A. (1977):
Chemistry and testing of dairy products.The AVI Pub. Co.

Cheke, V. and Sheppard A. (1980):
Butter and cheese making.ALphabet and Image Lt-d., England.

Cleveland- Peck, Patricia (1983):
Making cheese, Butters, Cream and yogurt at Home. Thorsons pub. Ltd., Wellingborugh, Northampton-shine.

Davis, J.G. (1961):
A dictionary of Dairying. Leonard Hill Ltd., London

Diggins, Ronald V., Bundy, Clarence E. and Christensen.Virgil W.(1984): Dairy Production. rentice Hall, Inc., New Jersey.

Heid, J.L. and Joslyn, Maynard A. (1963):
Food processing Operations the AVI Pub. Co. Inc.

Jacobs, M.B. (1960):
The chemistry and Technology of food and food products. Interscience Pub.

فهرس

الموضوع	الصفحة

الفصل الثانى

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الفصل الثالث

الموضوع الصفحة

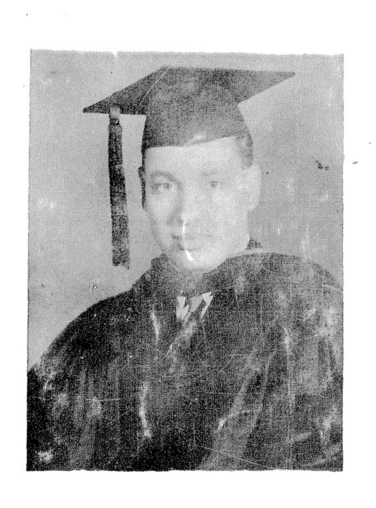
الفصل الرابع

عمليات التصنيع الغذائي

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

رقم الايـــــداع ٤٧٥٩ / ٨٨



٧٠٠ قرش